Met.
O.
7a
2

Handbuch der Meteorologie.

Für Freunde der Naturwiſſenſchaft

entworfen

von

Dr. K. W. G. Kaſtner,

Königl. Bayer. Hofrathe, öffentl. ordentl. Lehrer der Phyſik und Chemie auf der Univerſität zu Erlangen, der Königl. Akademie der Wiſſenſchaften zu München ordentl. auswärtigem und mehrerer gelehrten Geſellſchaften correſpondirendem, ordentlichem und Ehrenmitgliede.

In zwei Bänden.

Zweiten Bandes Zweite Abtheilung.

(Mit fünf Kupfertafeln.)

Erlangen, 1830

bei J. J. Palm und Ernſt Enke.

BIBLIOTHECA CIVITATIS BAMBERGENSIS.

NATURFREUND BAMBERG

Des

Freiherrn

Stein vom Altenſtein,

Königl. Preußiſchen Miniſters der Geiſtlichen-, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten

Excellenz

dankbar und ehrfurchtsvoll

der Verfaſſer.

Excellenz!

Widerholt ward mir die hohe Ehre und das ausgezeichnete Glück, aus Ew. Excellenz Munde zu vernehmen: Anſichten und Urtheile über Naturforſchungs-Ergebniſſe unſerer Zeit, verwandt jenen, welche in nachfolgenden Blättern — ſowohl bei der darin hinterlegten Zuſammenſtellung des Meteorologiſch-Thatſächlichen, als beim Entheben des dieſen Thatſachen zum Grunde liegenden Naturgeſetzlichen — den Hauptgegenſtand der Bearbeitung, wie der Betrachtung bilden. Stets unvergeßlich werden mir bleiben jene Stunden der Jahre 1816, 1817 und 1818, ſo wie 1823, 1825 und 1829, in welchen Ew. Excellenz Herzensgüte es nicht verſchmähete, der edlen Herablaſſung beizugeſellen die ermunternde Huld, und in denen es dem Unterzeichneten zweifelhaft blieb, weſſen er ſich mehr erfreuen ſollte: der warmen Theilnahme an dem Gange ſeiner perſönlichen Lebens- und Wirkungs-Verhältniſſe, oder der hohen Begeiſterung für die Förderung der Wiſſenſchaften; ins Beſondere für die der Wiſſenſchaft von der Natur und für deren höhere Wahrheiten. Denn vorzugsweiſe waren es in jenen Stunden: die Wechſelwirkungen der beſtehenden Einzelwelten und nicht minder die der Hauptbildungstheile unſerer Geſammterde, jene des Erdkörpers und die der ihn umhüllenden Luft, deren Mit- und Gegenthätigkeit Ew. Excellenz Aufmerkſamkeit feſſelten, und häufig kehrte die Frage wieder nicht nur nach dem, was in allen Angehörigen des mütterlichen Planeten raſtlos unterhält den Wechſel der Form und den Austauſch der Weſen, ſondern auch zu jenem, wodurch derſelbe, als einzelnes Weltganze — als Träger der Stoffe nnd als Entwickeler des Geiſtigen — aller Aenderungen ohngeachtet zu behaupten fortfährt, und in unaufhörlicher

Selbſterneuung, mit gleicher Kraftfülle zu ſichern nicht müde wird: ſeine weltkörperliche Beſondernheit, wie ſeine planetare Eigenthümlichkeit. Und immer war das Endergebniß ſolcher Mittheilungen und des daraus erwachſenen Ideen-Austauſches: die Erde iſt nicht nur ein univerſel-abhängiges, ſondern auch ein ſich ſelbſt zur Thätigkeit beſtimmendes Weltweſen; ein Kosmiſch-Lebendiges.

Angeſtammter Huld gemäß wurde mir in jenen Feierſtunden geiſtigen Lebensgenuſſes gerne vergönnt: beſtätigendes Zeugniß, wie zweifelnde Prüfung; möge mir auch jetzt nicht entſtehen, dieſe Huld! jetzt, wo Zeugniß und Prüfung, in gegenſeitiger Beſchränkung es wagen, mit — vielleicht zu weit getriebener Ausführlichkeit, meinem erhabenen Gönner vor Augen zu treten.

In dankbarer Rückerinnerung ſtets

Ew. Excellenz

gehorſamſter

Erlangen den 30. Auguſt 1830. Kaſtner.

Schlußwort.

Als ich zu Anfang des Jahres 1825 die Vorrede niederſchrieb zur erſten Abtheilung dieſes zweiten Bandes, der zugleich der letzte iſt des Handbuches der Meteorologie, glaubte ich nicht, daß für dieſe Wiſſenſchaft jene Zeit, deren Eintritt ich a. a. O. ahnend bezeichnete *), ſo nahe ſey, als ſie es wirklich war. Neue Standpunkte, gewonnen auf dem Wege ſcharfſinniger Vergleichung des Thatſächlich-Gegebenen, und beharrlich ausdauernde Verfolgung des Zweifelhaften, verbreiteten plötzlich neues Licht; nicht ſowohl über einzelne Meteore, als vielmehr — was am Schluſſe des Jahres 1824 für die Meteorologie Hauptbedürfniß war — über die der Geſammtheit der Luftmeteore zum Grunde liegenden allgemeinen Wechſelwirkungen und deren Geſetzmäßigkeit, und eine neue Epoche der Wiſſenſchaft begann ſich vorzubereiten, deren Zeichen abgewartet werden mußten, bevor der Druck dieſes die Luftmeteore zum Gegenſtande habenden Bandes zum Beginnen gelangen durfte; wenn der Inhalt dieſes Bandes, hinter der damals nächſten Zeit, nicht gänzlich zurückbleiben ſollte. Dieſer Druck-Verzögerung zufolge ward es nun nicht nur möglich, den Inhalt des erſten Bandes durch den des erſten Kapitels vorliegender Abtheilung (d. i. zweiten Bandes) vervollſtändigend zu ergänzen, ſondern auch für die beiden übrigen Kapitel zu nutzen, was in den Jahren 1825 bis 1830 durch zahlreiche Beobachtungen, ſo wie durch wiſſenſchaftlich gereifte Beurtheilungen des vergleichend wahrgenommenen, Neues gewonnen worden war: für die Einſicht in den Zuſammenhang der einzelnen Luftphänomene. Denn ebenſo weitgreifende als tief gerichtete Unterſuchungen, und daraus entſprungene Ent-

*) S. a. a. O. S. VII — VIII.

deckungen über den allgemeineren Theil der Meteorologie — theils fortgeſetzt, theils erſt begonnen in den bezeichneten letzten 5 Jahren, gelangten während derſelben, wenn auch nicht zum gänzlichen Abſchluſſe, doch, Dank ſey es der geiſtig ſchaffenden Thatkraft und dem das Ungenügende verwerfenden Beobachtungsgeiſte eines Arago, Bouvard, H. W. Brandes, Brewſter, L. v. Buch, Dalton, Dove, Flaugergues, v. Fraunhofer, G. G. Hällſtröm, Hanſteen, v. Hoff, A. v. Humboldt, Kämtz, Kupffer, Laplace, Th. v. Sauſſure, Schouw, Schübler, Ure ꝛc. zu einer Reife, die ſolchen Abſchluß als nahe bevorſtehend erwarten läßt. Zumal, wenn neben den genannten Naturforſchern die Argelander, Babbage, Binder, Blackadder, Beſſel, Bouſſingault, R. Brandes, Bronner, Buchner, Cordier, Dick, D. Erman, Falbe, Hallaſchka, Herrenſchneider, Hiſinger, F. Hoffmann, Jungnitz, Kater, Keilhau, Kleefeld, H. v. Meyer, Rivero, Sabine, Siber, v. Schmöger, Schön, Schwabe, Winkler, Wrangel, Wucherer u. v. A. ihre meteorologiſchen Beobachtungen zu verfolgen fortfahren, und um ſo eher, wenn dieſe, ſo wie die zuvor genannten Phyſiker, ſich dabei Unterſtützungen zu erfreuen haben ähnlich denen, die zeither gereicht wurden durch zahlreiche meteorologiſche Erfindungen, wie durch eben ſo vielfache Verbeſſerungen des Erfundenen; ſo wie nicht weniger durch jene, in mehr und mehr geſteigerter Vollendung hervorgegangenen Beobachtungs- und Berechnungs-Erleichterungen, welche, im engen Bunde mit der wachſenden Schärfe beim Prüfen des zum Erfahrungswerthe Erhobenen, gerade die neueſte Zeit bedeutungsvoll auszeichnen. Denn wem wäre unbekannt geblieben, was in dieſer Hinſicht gewirkt die Vergleichungsſchärfe eines Auguſt, Baumgartner, Berzelius, Benzenberg, Biot, v. Bohnenberger, Döbereiner, Egen, Fries, Gay-

Luſſac, Horner, Ideler, Kries, Leslie, Mayer, Moſer, Muncke, C. H. u. J. W. Pfaff, Poggendorf, Pohl, Schmidt, Schweigger, Volta, Wrede u. A. m., begleitet von den Bemühungen eines Babinet, Daniell, Eckhard, Gerling, Hegenberg, Körner, Schleiermacher, Weiß, Wieman.

Was die Leiſtungen dieſer und vieler anderer Ehrenmänner für wiſſenſchaftliche Begründung und folgrechte Erweiterung, und damit für die Vervollkommnung der Meteorologie gewährten, ich habe es, ſo weit mir ſolches auszuführen Mittel und Zeit irgend geſtatteten, ſowohl für die Ausarbeitung der vorhergehenden Abtheilungen dieſes Lehrbuchs, als für den gegenwärtigen Abſchnitt, zum Vortheil meiner Leſer redlich zu nutzen geſucht; wie jeder finden wird, der, nach Anleitung der Inhaltsanzeigen, beide Bände aufmerkſam durchblättert. Geſchehen iſt es es dabei wohl, daß ich einem und dem andern Gegenſtande mehr Ausführlichkeit zu Theil werden ließ, als man gewöhnlich in Handbüchern vorzufinden für nöthig erachtet; aber theils das Streben: den Leſer in den Stand zu ſetzen, beim Durchdenken des Inhalts für die meiſten Fälle das Nachſchlagen der Quellen umgehen zu können, theils meine Vorliebe für geſchichtliche Nachweiſungen des Ganges der Entdeckungen, Erfindungen und Verbeſſerungen, und dadurch der Art: wie die Wiſſenſchaft fortdauernd ſich hebt zur höheren Vollkommenheit, und endlich auch das freudige Gefühl innigen Dankes, zu welchem die mitunter ungemein reichen Gaben der genannten Forſcher (z. B. für vorliegende letzte Abtheilung die eines L. v. Buch, Dove, G. G. Hällſtröm, A. v. Humboldt, Ideler, Kämtz, Moſer, Schouw ꝛc.) verpflichteten — dehnte mir unvermerkt, unter der Feder, den Stoff der Bearbeitung zu dem Umfange kleiner Abhandlungen, und ließ mich dort ſehr

ausführlich werden, wo dem, der nur nach den Ergebniſſen fragt, mitunter vielleicht eben ſo viele Zeilen genügt hätten, als er hier Seiten findet. Möge der freundliche Leſer mir ſolches auf die Verſicherung hin zu Gute halten: daß, wo ich denen zu den §§. gehörigen Bemerkungen vielleicht zu große Ausführlichkeit verlieh, nicht mein Vortheil, ſondern nur der meiner Leſer mich leitete, und daß jede Abſchweifung, die ich mir etwa an den bezeichneten Orten zu Schulden kommen ließ, ein Zeitverluſt war, den ich jenem Streben zum Opfer brachte, und für den es für mich keine Entſchädigung gab.

Jedem das Seine laſſend, und fremdes Verdienſt ſtets mit Achtung behandelnd, wo und wie es ſich auch geltend macht, habe ich nicht nur bei dergleichen ausführlichen Mittheilungen, ſondern auch bei den minder gedehnten, und ſelbſt bei ſehr gedrängten, ſtets die Quelle genannt, aus der ich ſchöpfte; mögen dieſe Quellen von Vielen verfolgt werden, um auf dem Wege der eigenen Forſchung daran zu knüpfen Neues, was dem Fortſchreiten der Naturwiſſenſchaften frommt, und was insbeſondere die wiſſenſchaftliche Pflege und Vereinfachung der Meteorologie fördert. Denn, reich zu nennen iſt allerdings unſere Zeit an Förderern und Pflegern der „Wiſſenſchaft von der Natur,“ aber ſoll die Geiſtesarbeit an dem Aufbau dieſer Wiſſenſchaft bald zu einer Stufe führen, welche die bezweckte Vollendung als nicht mehr in unermeßlicher Ferne weilend erblicken läßt, ſo muß die Zahl der tüchtigen Arbeiter wachſen mit jedem kommenden Tage, und ſo müſſen ſich auch nicht nur hie und da, wie es von Zeit zu Zeit geſchehen und neuerdings von einem annoch jugendlichen Staate zur eben ſo beſonnenen als erſprießlichen Ausführung gekommen iſt (ſ. §. 228 S. 350 Bemerk. 2 dieſes Bandes), ſondern überall — wo Völkervereine der Theilnahme an geiſtiger Entwickelung und Vervoll-

kommnung ſich bewußt ſind — die Regierungen ernſt-lich ins Mittel ſchlagen, um die wahrlich nicht gering-fügige Arbeit allen denen zu erleichtern, die derſelben zu unterziehen ſich berufen fühlen. Nicht das leibliche Be-dürfniß der ihrer Obhut anvertrauten Menſchen, und nicht deren Noth um das Leben allein, darf die Väter der Völker beſtimmen zur Beihülfe an der Enthüllung der Naturgeſetze; nein, die dem Menſchengeiſte durch wiſſen-ſchaftliches Ergründen der Natur nothwendig erwachſende Lichtung und Hebung ſeiner ſelbſt, ſie vor allen muß als Hauptzweck auch Hauptantheil haben an jeglichem, was die Verwaltungen der Staaten beſchließen und thun für das Wohl der ihnen von Gott anvertraueten Völker. So fordert es die Zeit, und ſo will ſie, daß es unabweis-bar ins Leben trete. — Wohl uns allen, die wir in ihr der fortſchreitenden Ausbildung des Menſchengeſchlechts nicht vergebens harrten! Schon jetzt krönt ſie die kühnſten Hoffnungen jener, welche der heutigen Naturforſchung den Weg bereiteten; und daß ſie erfüllen werde, was dieſe Wohlthäter des Menſchengeſchlechtes als gewiß erfolgend geiſteskühn vorempfanden, dafür bürgt die rege Theilnahme aller wahrhaft Gebildeten: an den Fortſchritten der Na-turwiſſenſchaft. Sie alle, denen das Herz warm ſchlägt für der Menſchheit veredelnde Entwickelung, ſie alle ver-trauen auch in dieſer Hinſicht der für die Zukunft ſorgen-den Walte einer höheren Hand, und, wie dieſe höhere Walte ſtets hielt, was ſie den Vertrauenden verſprach, ſo wird ſie auch ſegnen, was im Geiſte und in der Wahr-heit geſchieht für die Enthüllung der Natur und für die Offenbarung ihrer Geſetze.

Wo aber ſind dieſer Natur Hüllen großartiger ent-wickelt, als in jenen Erſcheinungswechſeln der von unun-terbrochenen Erneuungen im Mit- und Gegenwirken zeu-zenden Weltkörper, und wo iſt ein Medium, in welchem

ſich ſolcher Wirkungswechſel entſchiedener entfaltete, als in der Luft? Ja wo iſt, frage ich weiter, irgend ein Leibliches, durch deſſen Erforſchung von der Natur-Weſenheit mehr offenbar worden wäre, als durch die den Himmel ſpiegelnde Hülle der Erde? — So laßt uns denn, Freunde wie Gegner, die ihr der Meteorologie vorzugsweiſe Eure Forſchungskräfte weihet, laßt uns Theilnehmer werben an den Arbeiten die ihr erforderlich erachtet: damit das Dunkel ſchwinde, was den inneren Kräfte-Verkehr jener Hülle birgt, und laßt uns, jeder nach Maaßgabe ſeiner Stellung und nach der Weite oder Enge des Umkreiſes ſeines Wirkungsvermögens, die Güte der väterlichen Herrſcher in Anſpruch nehmen und den Beiſtand der Mächtigen ſuchen, daß, nach geregeltem Plane und mittelſt genügenden Vorrichtungen, andauernd und ſo vielortlich als thunlich, die Luft befragt werde: nach ihren Aenderungen, und nach dem, was dieſe Aenderungen bedingt, begleitet und aufhebt. Iſt ſolches Fragen einmal in gehöriger Weiſe eingeleitet, ſo wird es ein Leichtes ſeyn, daran zu knüpfen Unterſuchungen, welche nicht nur die Meteorologie, ſondern auch die übrigen Zweige der Naturwiſſenſchaft zu vervollkommnen bezwecken, und was anfänglich nur dem einzelnen Zweige erſprießlich ſchien, wird dann bald dem Ganzen gedeihlich werden, und aufgehen wird der Wiſſenſchaft wie dem Leben ein neuer Tag, der dort zweifelsfreies Erkennen verheißt, wo jetzt nur durch trübes Ahnden, Meinen und Vermuthen hindurch der rege Geiſt mühſam Bahn ſich bricht.

Zur Vorbereitung ſolchen Tages durch dieſes Handbuch beizutragen — ſtrebte, der es verfaßte; möge dieſe ſeine Abſicht nie verkannt werden von denen, welche prüfen: was das Buch bietet, und möge dieſes neue Freunde werben dem, der es ſchrieb! Das wünſcht von Herzen

Erlangen, den 24. Auguſt 1830.

Kaſtner.

Inhalt.

Zweites Kapitel.

Von den Luftmeteoren (im Allgemeinen).

§. 161. Die Erde als in ſteter Erneuerung begriffener Ausdruck des Weltalls. S. 1—2. Einfluß fremder Weltkörper; Fueter und Flaugergues Beob. S. 2—3. Gas: Luft und Dampf. S. 34.

§. 162. Luft als Wechſelwirkung vermittelndes Zwiſchenglied. S. 4—5.

§. 163. Sonnenlicht als Hauptquelle der Luftveränderungen. S. 5—6.

§. 164. Licht, Schwere und Schwungbewegung; Schwanken der Erdaxe, Vorrücken der Nachtgleichen; die Abtheilungen d. platon. Jahres als allgemeinſtes Zeitmaaß der Luftveränderungen. S. 6—8.

§. 165. Vulkaniſche Einwirkungen. S. 8—9.

§. 166. Luft; deren Beharrlichkeit im Wechſel, und relative Selbſtthätigkeit (organiſche Weſenheit). Chemiſche und phyſiſche Beſtandtheile. Beimengungen (Sonnenſtaub; die allgemeinſte Beimengung d. Luft). Blitze als Luftreiniger. S. 9—12.

§. 167. Unveränderliche, ſehr veränderliche und zufällige Luftbeſtandtheile. S. 12.

§. 168. Sauerſtoffgas, Stickgas und Carbonſäuregas. Broigniart's geſchichtl. Beziehungen der Carbonſäure zu den Lebweſen d. Erde. S. 12—13.

§. 169. Waſſergas d. Luft. Brennbare Gaſe (Düfte d. Gewürzinſeln ꝛc.). Hehrrauch. S. 13—14.

§. 170. Die Luft als ein Durcheinander verſchiedener Gashüllen. Allgemein- und Einzel-Störungen des Gleichgewichts dieſ. Hüllen. Wärmedehnungen als Hauptquelle der erſteren

Dalton's, Gay-Luſſac's, Schmidt's und Duvernoi's; Biot's, Ure's und Arzberger's hieher gehörige Beſtimmungen. Die den Thermometergraden zugehörigen Spannungsgrößen. Metermaaßtheile in Duodezimallinien des pariſ. Fußes ausgedrückt. Vergleichungstafel mehrerer Fußmaaße nach Millimetern. Wärmedehnung d. Tropfbaren (d. Merkurmetalls nach Dulong und Petit) des Glaſes u. m. feſter Metalle. Holzmann's Metallthermometer. Ueberſicht der Thermometerſcalen. S. 14 — 24.

§. 171. Verhalten der Gaſe und der Dunſtbläschen zur Elektricität. S. 24 — 25.

§. 172. Vergleichung d. Elektricitäts- und des Wärme-Verhaltens in Abſicht auf Ausſtrömung und Ausſtralung. Wie gaſige Metallſalze möglich werden. Verhalten ungleich ſtark elektriſirter Wolken. S. 25 — 27.

§. 173. Oertlichkeit der elektriſchen Entladungen. Die beſtändige elektriſche Atmosphäre (elektr. Höhenzone) d. Erde und deren mögl. Verhältniß zu fremden Weltkörpern und zur Periodicität der Luftelektricität. Gay-Luſſac's Luftreiſe. S. 27 — 28.

§. 174. Wirkungsſtätte der atmosphäriſchen Wärmemittheilungen. Luftſtrömungen durch letztere erzeugt. Höhe, wo die Merkbarkeit der Luftdruckänderungen durchs Barometer noch merkbar bleibt. S. 29 — 30.

§. 175. Wärmewechſel in d. Luft. Einfluß d. Elektr. auf denſelben. S. 31.

§. 176. Anderweite Quellen für fühlbare Luftwärme. Zuſtandswechſel, Haftziehung, Gasverdichtung durch Staub (nach Art d. Platinſchwamm's), Rauch ꝛc. Oertlich vermehrte Wahrnehmbarkeit derſelb. S. 32 — 33.

§. 177. Wirkungsweiſe der Wärme und der Elektricität durch d. Luft. Wärmeerreg. d. Carbonſäure. — Gewitterſchwüle. S. 34 — 35.

§. 178. Geſetzliches des Elektricitäts-Verkehrs d. Materien u. d. Lebweſen; Zuſammenhang deſſ. mit d. Wärme. — Vorempfindung der hieher gehörigen Aenderungen. (Menſchenhauch und Thierhauch ꝛc.). Entwickelung von Lebweſen in d. Luft, oder ſog. Luft-Gährung. S. 36 — 38.

§. 179. Regionen der Photo- und Pyrometeore. S. 38.
§. 180. Höhenbeſtimmungen d. Atmosphäre. S. 38—42. Barometriſches Höhenmeſſen. Reiſebarometer. S. 42—49. Gerling's Höhemeſſ. Marburgs. S. 49—55. Trechſel's, Horner's, und v. Schmöger's Bemerk. S. 55—57. Einfluß d. Temperat. auf Höhemeſſung. Gewicht d. trocknen und der feuchten Luft; Laplace's Formel. Barometerfertigung. Beſte Darſtellung reinſten Merkurs. Einfluß der Schwere. Zeitwahl. Einfl. d. Schwungkraft. Barometerſtand bei Höhen von 1 und mehreren Meilen. S. 57—62. Form der Atmosphäre (ob Atome kuglig ſeyn können.) S. 62—63.
§. 181. Meßbarkeit der die Luft bildenden Einzelgaſe. — Minderung der mittleren Wärme der Geſammtluft. — Minderung d. Carbonſäure nach Th. v. Sauſſure. A. v. Humboldt's und Kaſtner's Anthrakometer. S. 63—67. Oxymetrie. S. 67—75. Azotometrie. S. 77. Hygrometrie. Prof. Auguſt's Pſychrometer, Leslie's Differentialthermometer. Expanſion des Waſſerdampfs nach Gay-Luſſac. Daniell's Thermohygrometer. S. 77—92. v. Schmöger's hieher gehörigen Regeln. S. 93—94.
§. 182. Thermometer als allgemeinſtes meteorolog. Inſtrument. Das wahre Maaß der Wärme. Luft- und Merkurthermometer. — Auguſt's Einwurf gegen Dalton und Kaſtner's Gegenbemerkungen. Adhäſion der Gaſe unter ſich. S. 94—97. Gay-Luſſac's Waſſergas-Beob. in höheren Regionen. Warum zu Höhenmeſſungen das Barometer durch das Thermometer nicht vertreten werden kann. Wollaſton's und ähnliche hieher gehörige Vorſchläge. S. 97—99. Kleinſte Wärmeunterſchiede meſſender Thermometer. S. 99 ff. Täglicher Gang d. Thermometers, nach Schouw. — Sauſſure's Courant descendant. Chiminello's Tafel für den täglichen mittleren Gang der Wärme. v. Schmöger's Regel zum Gebrauch dieſer Tafel. S. 100—105. Thermometrographe. Reiſethermometer. S. 100—108. Kennzeichen guter Thermometer. S. 108—109. Zeitgemäße Aenderungen d. Thermometer. (Pendelthermometer und Compenſation der Pendeluhren.) S. 109—112. Hällſtröm's Beſtimmung der mittleren Luftwärme. (Poggen-

dorff's Vorſchlag mit Sicherheit aus wenigen täglichen Beob. die mittlere Wärme des Orts zu finden. A. v. Humboldt's und Kämtz Regeln, nebſt zugehöriger Formel. S. 113—115). S. 112—115.

§. 183. Wie das Luftthermometer zu gleichem Zwecke zu benutzen iſt. Munke's Luftthermometer. (Künſtliche Kälte. Gasverdichtung bis zur Tropfbarkeit). S. 118—119. Egen's Fertig., Aenderung und Gebrauch des Thermometers. S. 119—126. Kaſtner's Vorſchläge. S. 127. Erklärung der von ſelbſt erfolgenden Thermometeränderungen nach Flaugergues und Kämtz. — Egen's u. A. hieher gehörige Beob. S. 127—129. Vergleichbarkeit der Thermometer. Reiſe- und Badethermometer. S. 129—130.

§. 184. Auguſt's Differentialbarometer. Prechtl's und Romershauſen's Luftthermometer und Taſchenbarometer. (Auguſt's Pſychrometer-Formel). S. 130—134.

§. 185. Der Naßkältepunkt des Pſychrometers; die Punkte der abſol. Luftfeuchte und Lufttrockniß. S. 134—136.

§. 186. Wirkungsweiſe der Feuchtzieher. S. 136.

§. 187. Ergebniſſe der Wells'ſchen Bethauungs-Verſuche. Ungleiche Anziehung der Feuchtzieher zum Waſſer. S. 138—139.

§. 188. Verſchiedenheit dieſer Anziehungen. S. 139—140.

§. 189. Warum Metalle entgegen wirken. (Vermuthung von annoch unbekannten Naturthätigkeiten.) S. 140—141.

§. 190. Warum das Pſychrometer den Hygrometern vorzuziehen. S. 142—144.

§. 191. Eintheilung der Luftfeuchtmeſſer oder Hygrometer. S. 144.

§. 192. Wärmeentwickelung einiger Hygrometer. S. 144—145.

§. 193. Chemiſch- und chemiſch-galvaniſche Hygrometer. (Ueber Luftreiniger, und Art wie Chlorkalk wirkt.) S. 145—148.

§. 194. Beſtimmung des abſoluten Waſſergehalts der Luft. S. 148.

§. 195. Himmelsſchau (Facies Coeli). S. 148—149.

§. 196. Durchſichtigkeits-Meſſung der Luft. S. 149—150.

§. 197. Nebelbläschen und Schleierwolken. S. 150—151.

§. 198. Wirkung des Waſſergaſes auf Durchſichtigkeit und

Farbe der Luft. Verhältniß der Trübe zur Bethauung. Aeltere und neuere, zumal Wells'ſche, Erläuterungsverſuche. S. 151 — 156.

§. 199. Einfluß der Himmeltrübung auf Hygrometrie und Thermometrie. Verfertigung der Haarhygrometer. Der elektriſche Funke als Nachweiſer des Luftwaſſers. Prinſeps, Babinet's Haar-, de Luc's Fiſchbein- u. Elfenbein-Hygrometer; ſchwediſche Holzhygrometer, Chiminello's Federkiel-, Voigt's, Retzius, St. Martino's H., Huth's Froſchhaut u. Wilſon's Rattenblaſen-, Barboſa's und Schön's Geranium-Hygrometer; Spinnfäden ſtatt Haar. Bierkander's, de la Guerrande's, Hochheimer's, Pilgram's, Lowitz's u. m. a. Feuchtmeſſer. S. 156 — 163. Chemiſches Wetterglas. S. 163 — 164. Thiere als Wetterpropheten: Laub- und Grasfroſch (wie Thiere und Menſchen das Wetter vorempfinden. S. 165 — 168) verſchiedene Vögel, Fiſche, Inſekten. S. 164 — 172. Die Spinnen. S. 172 — 175. Fliegender Sommer. S. 175 — 176. Teed's Beob. S. 177. Blutegel. S. 177 — 178. Vorzeichen der Witterung, nach Nicholſon. S. 178 — 184. Himmelstrübung und Erdrauch; vorzüglich im Jahr 1783. Ziehen's Prophezeihungen. S. 184 — 185 Anm.

§. 200. Fenſtereis; Ausſchlagen der Kälte. S. 185 — 187.

§. 201. Der Dunſtbeſchlag am Daniell-Körnerſchen Thermohygrometer. S. 187 — 188.

§. 202. Verhältniß des Waſſergaſes zur Dehnkraft der Luft. S. 188 — 189.

§. 203. Ausdruck für die Spannkraft des Waſſergaſes. S. 189 — 190.

§. 204. Verhältniſſe der Hygrometergrade zu den Größen der Luftfeuchte. Tabellariſche Ueberſicht derſelben nach Gay-Luſſac berechnet von Biot. S. 190 — 194.

§. 205. Abhängigkeiten der Waſſerverdunſtung (und der Spannung des Waſſergaſes) von Beimiſchungen. Einfluß brennbarer Gaſe. Eisverdunſtung. Sieden der Tropfbaren. Anwendbarkeit der Tabelle der Spannung der Waſſerdämpfe auf die anderer Dämpfe. Vorausbeſtimmung des Volums vergaſender Subſtanzen. S. 195 — 199.

§. 206. Vergleichung der Hygrometer und Thermohygrometer; letzteres als Wetterverkünder. S. 199—200.
§. 207. Abhängigkeit der relativen Menge der wäßrigen Niederſchläge von Oertlichkeiten. S. 201.
§. 208. Abhängigkeiten der abſoluten Menge der Niederſchläge. Geſetzliches derſelben in Beziehung auf Luftwärme, Weltgegenden, Winde ꝛc. Verhältniß der Winde zum Regen und Schnee. Platzregen, Strichregen, Sonnenregen (Mehlthau und Honigthau), Reif-Erzeugung. S. 202.
§. 209. Nebelbildung; Hehrrauch. Schicht- und Schleierwolken; näſſende Nebel nach Wells erläuterte Abhängigkeit von Land- u. Seewinden; Nebelregen; Nebeltemperatur; Grundeis; Windkühlung und Windwärme: Erzeugniſſe der Thäler; Regenwolken; Gewitterregen (leuchtender). Schnee und Hagel ihren allgemeinen Entſtehungs- und Wirkungsbedingungen nach. S. 207—212. Einfluß des Mondes auf Hydrometeore, Barometerſchwankungen ꝛc. nach Flaugergues. (Haberle's, Gerdum's, Dittmar's ꝛc. Witterungs-Hypotheſen). Herſchel's Meinung über Einfluß der Sonnenflecken. S. 212—218. Muncke's Annahme über den Unterſchied zwiſchen Ruh-Wärme und Stral-Wärme. Das Licht als Schwingungsphänomen. Meinungen über die Natur der Elektricität. Sertürner's Einwürfe gegen Wells, geprüft. Leslie's Aethrioskop. S. 218—223.
§. 210. Beſchaffenheit der Wolken in höheren Regionen. S. 223—224.
§. 211. Gefrieren der Dunſtbläschen-Hüllen und deren Verhalten. S. 224.
§. 212. Gefrieren der Aequatorialwolken. S. 220—225.
§. 213. Zerreißen der gefrierenden Dunſtbläschen und Bildung v. Eiskryſtallen. S. 225.
§. 214. Eiswolken und Waſſerwolken; zweierlei Wolkenfamilien. Dichte und Dicke der Wolken (Gay-Luſſac's Beſtimmung des Waſſergaſes der Hohlräume.) Scheinbares Näherrücken entfernter Gegenſtände. Wärmeverkehr beim Wolkenbewegen. Höhen der Wolken und der Schneegränzen (nach Hällſtröm) Höhen und Fernen der Wolken nach H. W. Brandes und Crosthwaite. S. 226—232. Kaſtner's Beob.

zwiſchen zwei Gewittern; ſo wie des Nebelmeer's; Graham's und Beaufoy's Beſchauung der Wolken aus dem Luftballon. S. 232 — 234. Ruhende Eiswolken und bewegliche Waſſerwolken; Elektricitätsmeſſung derſelben durch elektriſche Drachen und Kaſtner's hieher gehörige Leidner Flaſche. Benutzung des Luftballon's, der Pfeile ꝛc. zu gleichem Zwecke. S. 234 — 235. Jalabert's und Pictet's merkw. Beob. S. 236. Volta's, Configliachi's und H. W. Brandes Beob. über örtliche Wiederkehr der Gewitter; de Luc's Einwürfe und Kaſtner's Vermuthung. S. 236 — 238. Uebergänge der Wolkenformen; Senkung zu Nebel und Näſſung durch denſelben. S. 238 — 239.

§. 215. Beſtimmung der mittleren Luftfeuchte eines Ortes, Beobachtungen des Barometers, der Windfahne ꝛc. Oertlicher Gang des Barometers. Verhältniß der mittleren barometriſchen Aenderungen zu der geogr. Breite, zur Ortshöhe, S. 239 — 242. Barometer-Schwankungen u. Barometer-Bebungen. Einfl. der Winde auf erſtere (das Seebarometer. S. 243 Anm.): nach Kruſenſtern, Flinders, Dove, Le Cotte, H. W. Brandes, Schübler, Kämtz, L. v. Buch, Dalton ꝛc. S. 242 — 248. L. v. Buchs ſubtropiſche Zone. S. 248 — 251. Drehung der Winde nach Dove, Lampadius u. A. S. 251. Verhältniſſe d. Winde zur Luftfeuchte und zur mittl. Wärme nach Dove. S. 251 — 253. Europa's Temperaturerhöhung; A. v. Humboldt's, L. v. Buch's, Dove's, Sabine's, Capt. Franklin's Beob. Verſchiedene Meinungen darüber. Dr. Oudney's Tod aus Kälte in Afrika. S. 254 — 257. — Hällſtröm's Geſchichte der Barometer-Bebungen. Geſetze derſelben und Art ſie zu beſtimmen und in Rechnung zu nehmen. Benutzung von Beſſel's trigonometriſche Function. Regel für die Zeit des Eintritts der barometriſchen Maxima und Minima; nebſt Tabelle und zugehöriger Formel. S. 257 — 264. Daniell's Hypotheſe über das Verhältniß der Bebungen in Beziehung auf geogr. Breite. S. 264 — 265. Schleiermacher's und Eckhard's Tab. der Depreſſionen. S. 265. Muncke's Folgerung, betreffend die Zunahme der mittleren Barometerhöhen. Die tägliche Variation des Luftdrucks in ver-

ſchiedenen Ländern. Einfluß des Mondes und der Sonne. Beſtimmung des Barometerſtandes an Meeresfläche. S. 265 — 268. v. Bohnenberger's Normal-Barometer, mittelſt desſelben erlangte Depreſſionsbeſtimmungen und daraus abgeleitete Regeln zur Behandlung der Barometer. S. 268 — 269. Urſachen der Schwankungen und Bebungen, nach v. Buch, Dalton, Dove, Flaugergues, Hällſtröm, A. v. Humboldt, Kämtz, Schouw u. A. (Ergänzung der im I. B. vorhandenen Tabelle d. mittl. Wärme) Weddel's gegen Cook ausſagende Beob. in den Südpolargegenden und dadurch erwachſende Beſtätigung von Kaſtner's Anſicht. S. 269 — 271. Die Tiefenwärme erwieſen an den arteſiſchen Brunnen. S. 271. Wärme durch Lichtſchwächung. Urſache der klimatiſchen Unterſchiede der Oſt- und Weſtküſten ein und deſſelben Continents. S. 272 — 273. Wärmeänderungen durch Meeresſtrömungen u. Sandbänke. S. 273—275 (Einfluß d. Mondes nach Beob. zu Bagota ꝛc. S. 275). Der Anfang der tropiſchen Regenzeit bezeichnet durch elektriſche Explosionen; die Unterbrechung der ſtündl. Bebungen als Sturm-Anzeige. (Einfluß der Meeres-Ebbe und Fluth auf Luftſtrömung; S. 277 Anm.). Ueberſicht des täglichen Bebungsverlaufes. S. 275 — 279. Bouſſingaults und Rivero's, ſo wie J. Davy's Bebungs-Beobachtungen. S. 279 — 282. Wärmeänderung durch Küſtennähe. Warum die mittlere Bodenwärme in höheren Breiten die mittlere Luftwärme übertrifft; v. Buch's Erklärung nebſt Kaſtner's Bemerkungen; A. v. Humboldt's Erklärung; Formel für die Bodenwärme-Vertheilung, nebſt Erläuterungen; Kupffer's Beob.; Urſache des Treibeiſes der Polarmeere. S. 282 — 290.

§. 216. Die Correction wegen der Mercurausdehnung durch Wärme; Wichtigkeit derſelben bei meteorol. Barometerbeſtimmungen. Formel für dieſelbe. Kämtz's Tafel zur Reduction der Barometerſtände bei verſchiedenen Wärmegraden. Anderweite Correctionen. Tardy de la Braſſi's und Schön's Beob. fortſchreitender örtlicher Senkungen des barometriſchen Minimums und Hebungen der barometriſchen Mittel. Einwirkung der Orkane und Wetteranzeigung d. Bar. in Beziehung auf Winde. S. 290 — 299.

§. 217. Barometerſt. bei Gewittern. Schübler's Unterſ. der Elektricität der Luft und der Niederſchläge, mit Rückſicht auf Windverhältniſſe. (Volta's Geſetze der Luftelektricität; S. 309 Anm.) Schübler's Beob. an Zamboniſchen Säulen. Volta's Verfahren. Erman's u. A. Beob. S. 299—313. Bennet's älteres und neueres, v. Bohnenberger's u. A. Elektrometer. S. 314 — 316.

§. 217. Schübler's Beobachtungsergebniſſe und Verhältniß der Luftelektricität zu einzelnen Winden. Prechtl's Beob. u. Folgerungen. (Deſſen Bemerk. über Gewitter u. deren künſtliche Zertheilung. Kaſtner's Bemerk. S. 316 — 322.)

§. 219. Die übrigen meteorologiſchen Meſſungen, im Allg. S. 322 — 323.

§ 220. Windbeobachtung und Windmeſſung nach v. Conyer's, Oertel, Woltmann's, Schmidt's u. A. Anemometer. Bertan's Wetterharfe ꝛc. S. 323 — 326.

§. 221. Windfahnen; Einrichtung und Beobachtung derſelben; Anemometrographe; Leslie's Atmometer; Schmidt's und Howard's Differentialthermometer. Berückſ. des Windes bei barometriſchen Höhenmeſſungen. Wirkliche und berechnete mittl. Windverhältniſſe. Schouw's Leiſtungen. S. 326—330.

§. 222. Regenmengen und Regenmeſſungen. Schneemeſſungen. S. 330 — 334.

§. 223. Verdampfungsmeſſungen. Aero = Meteorosкope. v. Yelin's Beob. d. Periodicität d. Luftfeuchte. Menge des durch Hüttenwerke Verflüchtigten. S. 334 — 342.

§. 224. Art und Weiſe meteorol. Beob. zu verfolgen. S. 342 — 343.

§. 225 — 227. Verfahren bei den öffentl. Mittheilungen der Beobachtungsergebniſſe. S. 343 — 349.

§. 228. Beſtimmung der klimatiſchen Lage und Verhältniſſe; nöthiger Apparat. Vortheile, welche die Kultur der Klimatologie verſpricht. S. 349 — 352.

Drittes Kapitel.

Von den unſichtbaren Luftmeteoren.

§. 229. Eintheil. derſ. §. 230. Thermometeore. Natur der Wärme und des Lichtes; beide keine Stoffe. S. 353—359.

§. 232. Die einzelnen Thermometeore; Stralwärme und Mittheilungs-Luftwärme. S. 359.
§. 233 — 235. Anemometeore; Artung derſ. S. 361 — 363.
§. 236. Beſtändige Winde; der regelm. Oſtwind der heißen Zone. S. 364 — 365.
§. 237. Periodiſche Winde. S. 365 — 368.
§. 238. Heiße Winde. Harmattan, Samiel, Chamſin, Sirocco. Aenderungen derſelben Winde in verſchiedenen Erdgegenden. S. 368 — 372.
§. 239. Oſtwind vor Sonnenaufgang. Kaſtner's Gegenbemerk. über die Einwürfe gegen ſeine im I. Bde geäuſſerte Meinung über die Kälte vor Sonnenaufgang. Wie Licht u. Wärme einander entgegen wirken. S. 372 — 378.
§. 240. Die Wetterſcheiden. Unregelmäßige und unveränderliche Winde. Wirbelwinde. Aeltere u. neuere Beob. Gewitterwinde und Verlauf derſelben bei Gewittern. Komatz's Beob. Getheilte Gewitter und Gewitterzüge. Hagelgewitter. S. 378 — 393. Schouw's Windverhältniſſe d. nördl. Europa. S. 393 — 397. Schouw's Einwürfe gegen Dove's Winddrehungsgeſetz, und Dove's Antwort. S. 397 — 399. Gang des Baro- und Thermometer's bei Windänderungen; nach Dove. Zwei Pole des Drucks und zwei Pole der Wärme der Windroſe. Beweis für das Drehungsgeſetz, entlehnt aus den Hydrometeoren. Veränderliche Windſtröme über denſelben Ort. Oertliche Störungen der Luftſtröme. Dr. Erman's Beob. S. 400 — 700.
§. 241. Windſtille. Erſcheinungsform und merkw. Beiſpiel derſ. S. 408 — 409.
§. 242. Plötzliche Barometerſchwankungen; gleichzeitig ändert ſich auch die Himmelsſchau, die in mehreren Fällen mit ihren Aenderungen die der Luftelektricität verräth. Dr. Schmidt's hieher gehörige Beobachtungen. S. 409 — 413.

Viertes Kapitel.

Von den ſichtbaren Luftmeteoren.

§. 243. Die Natur des Lichtes; das Emanations- und Vibrations-Syſtem. S. 414 — 416.

§. 244. Geſetze des Lichtes. Fortpflanzung, Spiegelung, Brechung, Farbenbildung, Abhängigkeit der Größe der Farbenzerſtreuung, Farbenausgleichung (Achromatismus), Farbſaum, Flächenfarben durch Vor- und Hinter-Dunkelung (gefärbte Schatten; Himmelsbläue), Interferenz u. Beugung (Farbenringe um den Mond), Lichtfärbung, theilweiſe Lichtminderung und Lichtſpiegelung, Reflexion durch Brechung, Abnahme der Lichtintenſität mit der Entſtralungsferne, Lichtdämpfung, Farbenringe und Farbe dünner Blättchen, doppelte Stralenbrechung mit feſter Polariſation, farbige Depolariſation, dieſelbe in Verbindung mit Farbenringen und Kreuzfiguren, entoptiſche Figuren, Leuchten, Phosphorescenz durch Inſolation, Erglühen, Miſchungsleuchten, elektriſche Funken, Reibungs- und Druck-Leuchten, L. durch Lebensverrichtungen; Verweſungsleuchten. Vergleichung des Emiſſions- und Vibrationsſyſtems; Lichtbrechung verſchiedener Gaſe. S. 416—444.

§. 245. Photometeore: 1) Erdſchimmer S. 445. 2) Dämmerung S. 445—447. 3) Gegendämmerung S. 447. 4) Aufgang und Untergang der Sonne S. 447. 5) Tageshelle S. 447. 6) Himmelsbläue S. 447. 7) Morgen- und Abendröthe S. 447—448. 8) Farbwolken S. 448—451. 9) Regenbogen S. 451—456. 10) Höfe um Sonne, Mond und Sterne S. 456—460. 11) Lichtkronen S. 460. 12) Nebenſonnen S. 460—473. 13) Schattenſchimmer (Heiligenſcheine) S. 473—474. 14) Lichtſäulen S. 474—475. 15) Dunſtſtreifen (Waſſerziehen der Sonne) S. 475—476. 16) Stralenkrümmung (Luftſpiegelung) S. 476—482. 17) Dunſt- und Wolkenſpiegelung S. 482. 18) Flimmerlicht S. 482—483. 19) Brockengeſpenſt S. 483. 20) Farbenrandige Schatten S. 483. 21) Kreuzlicht S. 483.

§. 246. Elektrometeore: 22) Gewitter S. 485—502. (Blitzröhren und Hexenringe S. 495). 23) Wetterleuchten S. 502—503. 24) Feuriger Regen S. 503. 25—26) Waſſer- und Landtromben S. 504—507. 26) St. Elmsfeuer S. 507. 28—29) Polarſchimmer S. 508—513. 30—31) Polarlicht S. 513—525.

§. 247. Pyrometeore: 32—35) Sternſchnuppen, feurige Drachen, Leuchtkugeln und Feuerkugeln S. 525—537. 36—37) Schleimbälle und verwandte Meteore S. 538—542. 38—39) Irrlichter und Irrwiſche S. 542—545. 40—41) Vulkaniſches- und Erdgas-Feuer S. 545—546.

§. 248. Kapnometeore. 42) Sonnenſtaub S. 546. 43) Steinſtaubregen S. 546. 44) Sandregen S. 447. 45) Schwefelregen S. 547. 46) Blutregen (ſchwarzer Regen ꝛc.) S. 548. 47) Hehrrauch S. 548—551.

§. 249. Hydrometeore: 48) Nebel S. 551—552. 49) Bergrauch S. 552. 50) Wolken S. 553—560. 51) Thau S. 560. 52) Honigthau S. 561—562. 53) Mehlthau S. 561. 54) Waſſerregen S. 561—567. 55) Schnee S. 567—570. 56) Gefärbter Schnee S. 570. 57) Hagel S. 570—579. 58) Reif S. 579—580.

§. 250. Zweifelhafte Meteore, Nachträge und Ergänzungen: 1) a) Scheuchzer's und Erich Acharius Beobachtungen von zahlloſen Farbkugeln; Niederfallen derſelben, beobachtet von Wettermark. S. 580—582. b) Doe's Irwiſchartiges Phänomen. S. 582. c) Weiſe's Beſchreib. S. 582. Chalmer's Feuerkugel; ebendaſ. d) Windwolken; ebendaſ. 2) Zur Erläuterung der Kupfertafeln. S. 582. Roſt's Beſchreib. des Nordlichts von 1721, nebſt Aufführung der im erſten Viertel des 18ten Jahrhunderts im mittleren Europa geſehenen Polarſchimmer, Polarlichte, Leuchtbogen ꝛc. Heuſon's Meinung von der Natur des Nordlichts. S. 583—584. 3) a) Lambert's Formel zur Beſtimmung der Windverhältniſſe. S. 584. b) Heiße Stürme; Zuſatz zu S. 368. c) Cuddapah; große Hitze daſelbſt. S. 584. Wärme in großen Lufthöhen; ebendaſ. d) Schwimmende Waſſerhoſen; Luftröhren derſ. S. 585. e) Verzeichniß herabgefall. Meteorolithen; ebendaſ. f) Zuſätze zur meteorol. Literatur, darunter ausführl. Nachricht. von Hellinger's Syſt. d. allg. Witterungskunde und Wilcke's Abh. üb. d. Annahme e. allg. Kalendermeridian's. S. 585—591.

Rückblick S. 585—592.

Regiſter S. 593—Ende.

Zweites Kapitel.

Von den Luftmeteoren.

§. 161.

Als Einzelwelt iſt die Erde in unaufhörlicher Erneuerung begriffener Ausdruck des geſammten Weltalls, und gleich jedem anderen Weltkörper ein Ganzes, deſſen Seyn man als ein ununterbrochenes Werden bezeichnen darf, weil nicht nur Kräfte auf daſſelbe einwirken, die innerhalb gewiſſer Zeitdauern wiederkehren, wie die der meiſten übrigen Glieder des Sonnenſyſtems und der ſämmtlichen ſichtbaren Sterne und ähnlichen Weltgebilde, ſondern weil ſie auch von Kräften getroffen wird, von denen ſich annehmen läßt, daß die Zeit ihrer Wiederkehr unendlich weit hinausgeſchoben iſt; z. B. wenn auch nicht von denen mancher Kometen (oben II. 1. Abth. S. 530), doch von jenen ſolcher Sterngebilde, die an unſerem Sonnenſyſteme vorübereilen nach Richtungen, die entgegengeſetzt ſind derjenigen, welche die Sonne befolgt, ſofern ſie fortſchreitet im Weltall; a. a. O. 295 ff. Es erhält daher allerdings die Erde zu dem, was ſie ſchon beſaß, oder vielmehr: was ſchon in ihr aufgeregt war, noch fortdauernd, von Augenblick zu Augenblick neue Zuſätze (oder neue, ihr zuvor noch nicht gewordene Anregungen), aber bei den unermeßlichen Fernen, in denen hier gewirkt wird, ſchwindet das Moment ſolcher Einwirkung vorübereilender Welten auf das ganze Sonnenſyſtem, und dadurch auch auf unſere Erde, zur unmerkbaren Größe; Grund genug,

von dieſen Fernewirkungen gänzlich abzuſehen, ſofern es ſich davon handelt, die geſetzlich eintretenden Folgen der andauernden Wechſelwirkung zwiſchen der Erde und den übrigen Weltkörpern nachzuweiſen: in den Luftmeteoren; als in jenen merkbaren Veränderungen, welche die Erdatmosphäre im Ganzen, oder in einzelnen Theilen, allgemein verbreitet oder nur einzelörtlich bedingt und verwirklicht, fortdauernd darbietet. Wie geringfügig aber auch ſelbſt diejenigen Wechſelwirkungen ſind, welche zwiſchen der Erde und den übrigen Weltkörpern unſeres Sonnenſyſtems, Sonne und Mond ausgenommen, ſtatt haben, ergiebt ſich ſchon daraus, daß zur Erklärung der meiſten Luftmeteore die Rückſicht auf die (hauptſächlich von der veränderlichen Stellung der Erde abhängige) Einwirkung der Sonne hinreicht; obgleich ſich dagegen einwenden läßt, daß bis jetzt zu ſelten und zu wenig beſtimmt die Frage aufgeworfen wurde: nach jenen kleinen Abänderungen, welche z. B. die Sonneneinwirkung durch Mitwirkung des einen oder andern Planeten erleidet, und daß man ſelbſt die Mitwirkung des Mondes in dieſer Hinſicht zu ſehr auſſer Acht gelaſſen, oder als angeblich zu wenig bedeutend erachtet und darum gefliſſentlich überſehen hat, als daß man jene Geringfügigkeit als wirklich und unbezweifelt ſtatthaft gelten laſſen dürfe.

Bemerk. 1) Man braucht nicht Aſtrolog zu ſeyn, um es wahrſcheinlich finden, daß unter gewiſſen Mit- und Gegenſtellungen der Erde zu anderen Planeten in den gewöhnlichen Veränderungen der Luft kleine Abänderungen erfolgen, die durch Widerholung ſummirt endlich bis zur Merkbarkeit vergrößert werden, und die man dann, an ſolche Summirung und deren Wirkung weder denkend noch glaubend, entweder hinſichtlich ihres Gegebenſeyns geradezu beſtreitet, oder wenn man das nicht vermag, doch bezweifelt — um nur nicht einzugeſtehen, daß man zu ihrer Erklärung mit den gewöhnlichen Urſachen (z. B. mit der Sonneneinwirkung) nicht ausreicht. Die Zeit der „Jahresherrſchaft der Planeten“ (ſo wie der Sonne und des Mondes), wie ſie die älteren Kalender nachwieſen, iſt freilich ſchon weit länger vorüber, als man aufgehört hat an die Wetterprophezeihungen der Kalendermacher zu glauben, aber daß die großen Entfernungen der Planeten keinen hinreichenden Grund bieten zur Hintanſetzung der Beachtung ihrer möglichen meteoriſchen Einflüſſe, das

leuchtet ſchon ein, wenn man lediglich ein Paar ihrer merkbaren Einwirkungen, ihre Perturbationen und jene Verſchiedenheiten berückſichtigt, welche das von ihnen geſpiegelte Licht darbietet, wenn es prismatiſch gebrochen wird; a. a. O. I. 252 ff. und S. 75 daſ., ſo wie II. 1. Abth. S. 97 ff. und S. 100 Bem. 23. Was rückſichtlich ſolcher kleiner, nur durch Summirung merkbar werdender Abänderung von Seiten der einzelnen Planeten und übrigen, nicht Sonne und Mond ſeyenden Weltkörpern des Sonnenſyſtems etwa zu erwarten ſtehen dürfte, ergiebt ſich aus deren Einzelverhalten; vergl. die Beſchreibung dieſer Verhalten von S. 344 — 617 der erſten Abtheil. dieſes Bandes.

2) Fragt man: wie man dergleichen fremdartige, nur durch vielgehäufte Summirung merkbar werdende Abänderungen der Einwirkungen von der Sonne auf die Erde in Erfahrung bringen, nachweiſen und beſtimmen ſoll, ſo antworten darauf, in Form von Beiſpielen zur Anleitung, verſchiedene hiehergehörige neuere Beobachtungen in Beziehung auf Mond- und Planeteneinfluß; vergl. z. B. Fueter über den Einfluß der Planeten auf die Witterung, und Flaugergues über den Einfluß des Mondes auf die Verminderung des Luftdrucks; in m. Archiv für die geſ. Naturl. XV. 143 — 146 und XVII. 32 — 50. (Nürnberg bei Schragg 1828 und 1829. 8.). — So oft ich in der Folge auf dieſe Zeitſchrift hinweiſe, werde ich ſie blos durch K. und die Zahl des Bandes (z. B. im obigen Falle durch K. XVII. etc.) bezeichnen und ähnliche Abkürzungen auch eintreten laſſen beim Hinweiſen auf Poggendorff's Annalen der Phyſik und Chemie, durch P. nebſt der Zahl des Bandes, auf Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik durch S. ꝛc. und auf Baumgartner's und v. Ettingshauſen's Zeitſchrift für Phyſik und Mathematik durch B. ꝛc.

3) Bezeichnet man durch das Wort Gas nur überhaupt das Ausdehnſamflüſſige, ſofern es in einen Gattungsbegriff zuſammengefaßt wird, durch die Ausdrücke Luft und Dampf hingegen die beſondere Artung des Gaſes, nämlich als beharrliches (permanentes) und als veränderliches (jeweiliges), wie ich ſolche Bezeichnung in meinen (nun ſeit Jahr und Tag gänzlich vergriffenen) „Grundzügen der Phyſik und Chemie" S. 36 bereits vor 9 Jahren vorgeſchlagen habe, ſo iſt freilich das Wort Luft (wie es oben im Texte genommen worden) ſtatt Erdatmoſphäre nicht paſſend, aber abgeſehen davon, daß neuere Unterſuchungen gezeigt haben: wie Beharrung im Gaszuſtande (Behauptung der Ausdehnſamkeit gegen Kälte und Druck) nur drei Einzellüften, dem Sauerſtoffgaſe, Waſſerſtoffgaſe und Stickgaſe zukomme, Druck und Kälte hingegen bei allen übrigen ſog. künſtlichen Luftarten oder Gaſen die Ausdehnſamkeit — nicht ſelten mit ſammt der Flüſſigkeit — aufheben, und Tropfbarkeit oder Starrheit an deren Stelle ſetzen, ſo verſteht Jeder unter dem Ausdruck Luft, wenn er ihn in der einfachen Zahl gebraucht, die Erdatmoſphäre, ohne daß man größerer Verſtändlichkeit wegen nöthig

hätte das Beiwort atmoſphäriſche hinzuzufügen; ſo oft alſo in der Folge in dieſem Lehrbuch das Wort Luft in Gebrauch genommen wird, iſt darunter ſtets gemeint atmoſphäriſche, über deren Zuſammenſetzung, phyſiſche und chemiſche Beſchaffenheit und Veränderlichkeit, ſo wie über deren Eigenſchaften und Verhalten in Beziehung auf Licht und Wärme, Magnetismus und Elektricität, Cohäſion und Adhäſion, Zunahme und Minderung ihrer Elaſticität und ihrer Dichte ꝛc. ꝛc. bereits im I. B. 224 — 227 und 302 ff. ausführlich geſprochen worden iſt.

§. 162.

Jede Veränderung die von Auſſen her, oder mittelſt Einwirkung, an und in der Erde hervorgerufen wird, und jede Art von Rückwirkung, durch welche die Erde gegen ihre Auſſenwelt als Gegenthätiges ſich behauptet, trifft zunächſt die Luft, und damit ein (als gaſiges Medium) Sehr-Bewegliches. Da nun aber jede Veränderung leiblicher Dinge nur denkbar iſt durch Bewegung (m. Experimentalphyſik I. 59), ſo wird auch die Luft, ihrer großen Beweglichkeit gemäß, eher und mehr als irgend ein anderes Theilganze der Erde Zeugniß geben: von allen Abänderungen jener Wechſelwirkungen, welche dadurch zu Stande kommen, daß Fernen und „Gegenſtellungen" der Erde und ihrer Gegenwelten (zumal Sonne und Mond) ſich ändern; erſtere werden an der Luft nachweiſen laſſen den Wechſel der Stärke, „letztere" jenen des „Merkbarwerdens" und des „Verſchwindens" der aus Ein- und Rückwirkung erzeugten Endwirkung; und wenn zur Zeit auch noch nicht von allen bekannten Weltkörperkräften (von allen wechſelſeitigen Aenderungsbeſtimmungen) geſagt werden kann: daß davon die Luft unverkennbar zeuge (z. B. vom Erdmagnetismus I. B. 269 ff.), ſo hängen doch ſolche in Beziehung auf Luftänderung (d. i. Endwirkung auf die Luft) noch weiter zu verfolgenden Weltkräfte mit anderen ſehr wohl merkbaren Abänderungen unverkennbar zuſammen (a. a. O. 453) und werden daher auch rückſichtlich der erwähnten Wechſel durch dieſe mittelbar (auf dem Wege der Erſchließung) kennt-

lich. Was daher durch den Wechſel in der gegenſeitigen Schwere- und Licht-Wirkung (als den Hauptbedingern aller Erdänderung, und mithin auch, im noch merklicheren Grade, aller Luftänderung) in der Luft zu Wege gebracht ſich anders zeigt, als man es nach den bekannten Geſetzen dieſer Weltthätigkeitsformen zu erwarten berechtigt iſt, weiſt hin auf jene nur erſchließbaren Mitwirkſamkeiten, und verräth dadurch deren Vorhandenſeyn; ſ. I. B. 228 ff. §. 65—89.

§. 163.

Als Hauptquelle jeglicher Art von Luftänderung iſt zu betrachten das Sonnenlicht, und es giebt faſt kein Luftmeteor, für deſſen Entſtehung ſich nicht als letzter Grund nachweiſen ließe der Wechſel zwiſchen Eintreten und Verſchwinden, zwiſchen mehr und minder dauerndem Verweilen und längerem und kürzerem Ausbleiben, und zwiſchen Stärke und Schwäche der Beleuchtung der Erde durch die Sonne (nach Maaßgabe der ſenkrechten oder der zu verſchiedenen Zeiten ungleich ſchiefen Beſtralung; ſ. I. B. 285 ff., 302 ff.) Denn es iſt das Sonnenlicht die Hauptquelle der Wärme der Erdoberfläche und der Elektriſirung ihrer Einzeltheile und damit auch der Luft, und auch der Erdmagnetismus unterliegt dem Einfluſſe der wechſelnden Erdbeleuchtung (a. a. O. 264 ff. u. II. 46—49); ungleiche Erwärmung, ungleiche Elektriſirung und wahrſcheinlich auch Ungleichheit der magnetiſchen Wirkſamkeit des feſten Theils der Erde bilden aber die „näheren Urſachen“ der Veränderungen in der Beſchaffenheit der Luft (I. 270), wie bereits im Vorhergehenden (a. a. O.) zur Genüge gezeigt worden; jene Luftänderungen, welche durch den Wechſel in der örtlichen Wirkſamkeit der Erdſchwere hervorgehen, die wechſelnde Nacheinanderfolge von Luftebbe und Luftfluth (I. 250 und 447 Bem. 14.) können ſchon wegen der geringen Dichte und daraus entſpringenden geringen Gewichtigkeit der Luft nie ſehr beträchtlich ausfallen, und werden da-

her nur innerhalb großer Zeiträume (durch den Dauerwechſel im Steigen und Fallen des Barometers; Flaugergues in K. XVII. 32 ff.) merkbar.

§. 164.

Auſſer dem Lichte und der Schwere iſt auch die Fliehkraft der um ihre Axe ſchwingenden Erde, ſofern ſie gemäß der Ungleichheit der Querdurchmeſſer der Erde von Breitengradtheil zu Breitengradtheil ein verſchiedenes Moment darbietet (I. 250 ff.) eine allgemeine Quelle der Luftänderungen, und namentlich der Luftſtrömungen; aber weil ſie mehr noch wie die Schwere (der ſie entgegenwirkt; a. a. O. 249.) für denſelben Ort der Erdoberfläche, vermöge der ſich gleichbleibenden Axendrehungsgeſchwindigkeit der Erde, ſtets daſſelbe Moment behält, und auf die wenig Maſſe bietende Luft immer in der gleichen Richtung wirkt, ſo entzieht ſich ihr abändernder Einfluß, den ſie wirklich auf die Luft übt, in ſo hohem Grade der Merkbarkeit, daß man ihn nur aus jenen Aenderungen in der Luftſtrömung zu erſchließen vermag, welche durch ihre Beihülfe ſtärker ausfallen, als ſie der Rechnung nach ſollten; oder die durch ihre Entgegnung örtlichen Minderungen unterworfen erſcheinen, die der Ab- oder Zunahme der geographiſchen Breiten correſpondiren.

1) Ueber den Einfluß der Fliehkraft auf Luftſtrömung ſ. I. §. 69. S. 251. Anſchaulich wird derſelbe vorzüglich auf jene Richtung, welche Körper nehmen, die aus beträchtlichen Höhen herabfallen, indem dieſelben von der ſenkrechten Falllinie nach Oſten hin abweichen, entſprechend der weſtoſtwärts gehenden Drehung der Erde um ihre Axe; m. Experimentalphyſ. I. 141 und 245; desgl. 252, 477 ff. und 480. Warum die Axendrehungsgeſchwindigkeit der Erde ſich nicht vollkommen gleich bleibt, ſ. I. §. 82. Bem. 2. S. 285—286.

2) Während eines Umlaufs um die Sonne dreht die Erde ſich 365¼ mal um ihre Axe, und wäre ſie nicht abgeplattet (I. 39.), ſo würde dieſe Axe ſich in einer beſtändig parallel bleibenden Lage erhalten, und ſo die Jahreszeiten nach Verfluß eines jeden Laufs um die Sonne in derſelben Ordnung wiederkehren machen. Vermöge ih-

rer Abplattung hat aber die Erde eine Geſtalt gleich jener, welche hervorgehen würde, wenn ſie von einem Ringe umhüllt erſchiene, der unter dem Aequator am dickſten wäre, den geographiſchen Polen zu hingegen ſo abnähme, daß ſeine Dicke dort gänzlich verſchwände. Die der Sonne und dem Monde zugekehrte Seite dieſes mit der Erde einen Körper bildenden Ringes wird von denſelben ſtärker angezogen, als die andere Seite, und es beſtreben ſich daher dieſe anziehenden Kräfte den Winkel zu vermindern, unter den der Erdäquator die Ebene der Erdbahn ſchneidet (I. 283), mithin die Erdaxe einer ſenkrechten Lage auf der Ebene der Erdbahn näher zu bringen (II. 520 ff.). Hätte die Erde keine Axendrehung, ſo würde auch die ſchiefe Lage ihrer Axe nicht beſtehen können, ſo aber bleibt der Winkel der letzteren mit der Ebene der Erdbahn nahe ungeändert, die Axe ſelbſt aber erhält eine ſehr langſame Bewegung, vermöge welcher ſie von einer parallelen Lage nach und nach mehr und mehr nach einer Richtung abweicht, welche der Richtung der Axendrehung der Erde und ihres Laufs um die Sonne (alſo der weſtöſtlichen) entgegengeſetzt iſt. Wegen der geringen Abweichung der Erde von der Kugelgeſtalt iſt die obengedachte Erhöhung rund um ihren Aequator verhältnißmäßig klein, ſo daß die Axe erſt nach etwa 72 Jahren einen Grad von der parallelen Lage abweicht, und eine Periode von mehr als 25800 Jahren zu einem vollen Umlauf gebraucht. Dabei wirken die Anziehungskräfte der Sonne und des Mondes für längere Zeitdauern nie gleichförmig fort, ſondern vielmehr mit abwechſelnder Stärke und in ungleichen Richtungen: wegen der verſchiedenen, mit der Veränderung der Jahreszeiten und dem hohen und niederen Stande des Mondes zuſammenhängenden Stellungen der Erdaxe gegen Sonne und Mond; woraus, ſtatt einer gleichförmigen, eine ungleichförmige Bewegung (und ein kleines, nur durch aſtronomiſche Beobachtungen bemerkbares Schwanken) der Erdaxe entſteht (I. 235. Bem. e. 236, 274), was übrigens auf die Jahreszeiten keinen merklichen Einfluß haben kann. Die einzige, nach einer langen Reihe von Jahren ſelbſt ohne Werkzeuge bemerkbare, und daher auch den Alten nicht entgangene Veränderung beſteht darin, daß die Jahreszeiten, indem die Abweichung der Erdaxe von einer parallelen Lage der Umlaufsbewegung der Erde um die Sonne entgegenkommt, früher wiederkehren, als die Umlaufszeit der Erde um die Sonne in Beziehung auf die Fixſterne ausmacht, weshalb man nach Verfluß von etwa 12900 Jahren zur Zeit des längſten Tages jene Fixſterne um Mitternacht am Himmel wird ſtehen ſehen, welche man gegenwärtig um die Zeit des kürzeſten Tages um Mitternacht am Himmel ſtehen ſieht. Vergl. Bohnenberger's Beſchreibung einer Maſchine zur Erläuterung der Geſetze der Umdrehung der Erde um ihre Axe und der Veränderung der Lage der letzteren. Tübingen 1817. 8. und dieſ. Lehrb. I. 287 ff. (§. 82. Bem. 7, 8 und 9.) — 288 und 222 — 223 (§. 60. Bem. 4.) und II. 90 ff.

3) Die Ungleichförmigkeiten in dieſer durch das Vorrücken der Nachtgleichen (a. a. O.) bezeichneten Veränderung der Lage

der Erdaxe, bedingen muthmaaßlich das eigentliche Zeitmaaß (Zeitgeſetz) oder den naturgeſetzlichen Dauernwechſel (Periodicität) aller von Schwere, Magnetismus (II. 91 ff.) und Licht, und damit auch von Wärme und Elektricismus abhängigen Luftveränderungen; aber noch fehlt es an entſcheidenden Beobachtungen, welche ſolche Vermuthung zur zweifelsloſen Gewisheit erheben. Es genüge hier daher daran zu erinnern: daß alle durch Licht und Schwere, Magnetismus und Elektricität erzeugten oder auch nur begünſtigten Veränderungen der Luft (alſo der Aenderungen des Barometer-, Thermometer-, Elektrometer- und Hygrometerſtandes, desgleichen die wechſelnde Ab- und Zunahme der Neigungs- und Abweichungs-Magnetnadel ꝛc.) ſehr wahrſcheinlich in Perioden ſtatt haben, deren Elemente mit denen der kleinſten Ungleichförmigkeiten im Aendern der Erdaxe zuſammenfallen, und deren Maxima und Minima darum zuſammentreffen: mit jenen entſprechenden, relativ entgegengeſetzten Zeitdauern, welche als Hauptzeitabſchnitte wiederkehren in dem platoniſchen Jahre; ſ. a. a. O. u. m. Experimentalphyſik I. 451.

§. 165.

Je mehr vereinzelt — in Abſicht auf Raum, wie auf Zeit — die Veränderungen der Luft zu Stande kommen, um ſo mehr werden ſie merkbar; darum ſind, zumal für die Anwohnenden, jene Veränderungen auffallend merklich, welche die annoch thätigen Vulkane entſtehen machen: durch die aus ihnen fortdauernd entwickelten gaſigen Flüſſigkeiten und durch die von denſelben getragenen Dunſt- und Staubtheilchen (vulkaniſcher Rauch) hinſichtlich der Abänderungen des Himmels (deſſen Klarheit und Farbe, Wärmerückſpiegelung und Wärmerückhaltung — mittelſt der ihren Theilchen anhaftenden, aufgeſtiegenen Luft — ſie bewirken) und der demſelben untergebenen Luftſäulen; und obgleich jeder nicht gröbere Maſſen auswerfende Vulkan, ſofern er annoch thätig zu ſeyn fortfährt, in der Regel ununterbrochen Rauch und Dunſt entſteigen läßt, ſo erſtreckt ſich doch die Umwirkung dieſer entſtiegenen, gaſigen und ſchwebend getragenen, ſtarren und tropfbaren Theilchen — ſelten mehr als über eine Umflächenentfernung von wenigen Meilen; vergl. jedoch I. S. 49 ff. Ausgenommen von ſo geringer Verbreitung er-

ſcheint die ſtarre Subſtanz der Theilchen des vulkaniſchen Hehrrauchs oder vulkaniſchen Höhenrauchs.

§. 166.

Wie groß auch die Luftveränderungen ſeyn mögen, und wie oft und wie mannigfaltig ſie auch wiederkehren, ſo hindert dieſes doch nie die Rückkehr zu jener Gleichförmigkeit und Gleichartigkeit, welche die Luft im Ganzen genommen immer, und im Einzelnen betrachtet als örtlich ſchwebende Gashülle bald nach Beſeitigung der Aenderung bedingenden fremden Macht behauptet; ja ſie nimmt in dieſer Hinſicht den Schein eines ſelbſtthätigen (mithin organiſchen) Weſens an, das fortdauernd in ſich ſelber wieder herſtellt, was in ihm als Ganzes oder als Einzelnes durch von Auſſen kommende Einwirkung abgeändert worden iſt; nur mit dem Unterſchiede: daß ſie zum Gleichgewichte ihrer Kräfte und zur ungeſtörten, ruhigen Selbſtbehauptung ihrer Kraftträger ſich fortdauernd ſelber treibt, während die mehr oder weniger wirkſame Freithätigkeit der Lebweſen (der Organismen) erſt jenſeits eines ſolchen Gleichgewichts beginnt; denn das Anhebemoment der Lebweſen beginnt mit der zur Entwickelung führenden Aufhebung des Lebensgleichgewichtes (z. B. beim Brüten des Eies, das ohne Brutwärme auf einer Daſeynsſtufe weilt, die ſich durch Ruhe nach Auſſen und damit verknüpfter Beibehaltung der gegebenen Stoffverbindung kenntlich macht). Indem alſo die Luft nach mannigfacher Bewegung und phyſiſcher Abänderung ihrer Einzeltheile, und nicht minder verſchiedenartigem und zahlreichem Stoffwechſel doch immer wieder zur gleichförmigen Schwebe und zur Gleichſtellung alles und jedes in ihr statthabenden Stoffverkehrs ſich hinneigt und die ſolcher Schwebe und Gleichſtellung entſprechende Ruhe zum Ziele nimmt, kommt ſie mit dieſer ihrer Thätigkeitsrichtung dort an, wo die Lebweſen weilen müſſen, wenn in ihnen die freithätige Daſeynsbehauptung beginnen ſoll, und was hier Anfang iſt, erſcheint

dort als erlangtes Ende. Man könnte ſich, ſolchen Betrachtungen Raum gebend, verſucht fühlen: die Luft, in ihrer Geſammtheit, einen verkehrten Organismus zu nennen, welcher jeglicher Störung des Gleichgewichts ſeiner Kräfte den von Anbeginn begründeten, nicht minderungsfähigen, und darum ſtets obſiegenden inneren Zwang zur Herſtellung des verlornen Gleichgewichts entgegenſetzt; ohngeachtet er, wie auch jedes freithätige Lebweſen, aus vielen ſehr beweglichen Theilen beſteht, die, während ſie in denen ihnen zugehörigen Räumen ſich ungehindert bewegen, ſich, wie die Organe eines lebendigen Einzelweſens, gegenſeitig ebenfalls der Wechſelwirkung fügen, nur mit dem wichtigen Unterſchiede: daß die phyſiſchen Beſtandtheile der Luft Räume einnehmen, die allen gemeinſam ſind, in denen ſie — ohne einander in ihren Eigenwirkſamkeiten zu ſtören oder zu hindern — ineinander ſich befinden und durcheinander bewegt werden, während die Organe der Lebweſen nebeneinander beſtehen und ſich aneinander bewegen. In welchem Maaße ſich nämlich auch die letzteren untereinander umſchlingen, ſo bleiben ſie doch ſtets von einander, und das Lebweſen erſcheint durch ſie in ſich ſtets mehr oder weniger entweder nur abgetheilt, oder ſchon gegliedert; die Luft iſt dagegen in ſich ſtets ungetheilt, und entbehrt, kraft der Gasthümlichkeit aller ihrer phyſiſchen Beſtandtheile, jede Art von räumlicher Sonderung dieſer Theile. Nur was, als mit ihrer Gasthümlichkeit unverträglich, ſich aus der Luft ſcheidet, weil es Gas zu ſeyn aufgehört, ſich hinneigend entweder zur Bildung der Sonnenſtäubchen (II. 164 ff.) oder der Nebelbläschen und Eisblättchen (I. 113, 123 und 126) oder hervortretend als ſchon zu Stande gekommene Waſſertropfen (Regen) und Eisgruppen (Schnee, Hagel oder Kieſel, und Schloſſen) nur ſolches aus dem Luftleibe bereits Geſchiedene weilt, von demſelben umgeben (und Fall's es noch in der Hinneigung zur ſelbſtbegrenzenden Geſtaltung befangen

war: von ihm getragen) längere oder kürzere Zeit hindurch in denen, den gaſigen Erdhüllen zugewieſenen Räumen, dieſe Hüllen ſelbſt mannichfaltig unterbrechend und dadurch trübend und färbend, und dort, wo es am meiſten und am gleichförmigſten vertheilt in Form des Sonnenſtäubchens höchſter wie tiefſter Luftſchichten ſchwebend ſich zeigt, zur Farbe den Glanz und die Selbſtleuchtung fügend; vergl. I. 303—304 und II. 167.

1) Weſen, die miteinander denſelben Raum erfüllen, ohne durch Miſchung verbunden (ohne geeint) zu ſeyn, nenne ich in Beziehung auf das Ganze, das ſie zuſammen genommen darſtellen (zum Unterſchiede von den Miſchungstheilen, oder *chemiſchen* Beſtandtheilen) *phyſiſche* Beſtandtheile; genau beſehen möchten hieher gehören alle Löſungsbeſtandtheile, und der ganze Löſungsproceß mit demſelben Rechte der Phyſik heimzugeben ſeyn, als dieſe — der Chemie Bahn machende Wiſſenſchaft die Anhaftungserſcheinungen (die Phänomene der Adhäſion und Capillarität) in ihr Bereich gezogen wiſſen will. Mehr hierüber findet man in m. Theorie d. Politechnochemie *Eiſenach* b. Bärecke. 1827 und 1828. I—II.; zumal I. 21—25, wo ich es verſucht habe, phyſiſche und chemiſche Durchdringungen ſo ſcharf, wie es mir möglich war, zu beſtimmen und auseinander zu halten.

2) Ueberall, auf dem Ocean wie auf dem Feſtlande, auf Eisberggipfeln wie in unſeren Wohnzimmern, bietet die Luft dar *Sonnenſtaub* (vielleicht ein Niederſchlag aus ihren nicht wäßrigen Gaſen, der jedoch erſt durch Zutritt von entgaſtem Waſſerdampf Geſtaltung bedingende Feuchte erhält?), der vielleicht mit jenem Trübenden, welches die einander kreuzenden Lichtſtralen der Weltkörper erzeugen (II. 164), überall, wo ſie aufeinander treffen, diejenige Subſtanz iſt, welche die Erdatmosphäre, dort, wo ſie von Erdſtaub frei erſcheint (jenſeits der Wolkenregion) *allein*, (in niederen Schichten hingegen *zugleich* mit dem Erd- und Eisſtaube, und hauptſächlich mit den Nebelbläschen) ihre Lichtſpiegelung, Phosphorescenz und Blaufärbung des durch Phosphorescenz bedingten Eigenlichtes verdankt.

3) Auf gleiche Weiſe, wie jedes Sonnen-, Erd- und Eisſtäubchen ſeine Atmosphäre als relativ unverſchiebbare Hülle um ſich hat, die von dem beleuchteten Kerne (dem Stäubchen) erwärmt eine Dehnung erfährt, welche hinreicht, das Eigengewicht des ganzen Stäubchens (Kern nebſt Hülle) ſo weit zu mindern, daß letzteres gegen das Unterſinken geſichert ſich ſchwebend erhält, ſo auch jedes zum Erdkörper ſelbſt gehörige ſtarre, weiche und tropfbare Theilchen, und alle wiederholen ſie in dieſer Hinſicht den phyſiſchen Beſtand des Erdſphäroid's, und jedes Sonnenſtäubchen iſt in ſoweit, als es als ein von

einer eigenen Atmosphäre umhülltes Körperlein erſcheint, eine Wiederholung der Erde ſelbſt — in kleinſter Eingränzung, und was der Aether (II. 1 ff.) für die Weltkörper, das iſt in gleicher Beziehung die Luft für jene Weltſtäubchen, und wenn erſtere im Waſſer (oder deſſen Vertretern) das Mittel zur mannichfachen Aus- und Umbildung, im Feuer hingegen hauptſächlich jene Gewalt vorfinden, welche für jeden einzelnen als Bedinger gänzlicher Entſtaltung und damit erreichter Zerſtörung ſich geltend zu machen weiß, ſo ſcheinen auch die Weltſtäubchen hauptſächlich durch das Waſſer zum Eigengeſtalten und durch das Feuer (elektriſcher Funken; Blitze, die auch in dieſer Hinſicht wahre Luftreiniger ſind, während ſie ſich als ſolche in Beziehung auf Beimengungen organiſcher Ausdünſtungen vielleicht im noch ſtärkeren Grade bewähren) zum Wiederentſtalten und Auflöſen (ihrer leiblichen Bande) zu gelangen, das übrigens auch bei den Weltkörpern eintreten muß, wenn der alten, nach und nach zerſtörten Form die Neugeſtaltung folgen ſoll; über mehrere wahrſcheinlich hieher gehörige Bildungsmomente in dem von unſerm Auge erreichbaren Theil der Sternenwelt, ſ. II. 16—39; 46 ff., 68 ff., 550 ff. und 630 ff.

§. 167.

Es beſteht nämlich die Luft, wie ſchon früherhin (I. 220 ff.) gezeigt wurde, aus weſentlichen nothwendigen, an ſich unveränderlichen und aus zu ihrem Beſtehen nicht unumgänglich nöthigen, an ſich (ohne daß es dazu einer chemiſchen Einwirkung bedürfte) ſehr veränderlichen, bald gaſigen, bald dunſtigen, bald ſtaubigen, phyſiſchen Beſtandtheilen, denen auſſerdem noch zufällige Beimengungen beigegeben ſind, welche lediglich durch die wechſelnde Beſchaffenheit der Erdoberfläche (und mithin örtlich bedingt) durch ihre Verbreitung hauptſächlich dazu beitragen: nicht nur für einzelne Erdenorte, ſondern auch für ganze Gegenden, und nicht blos für kurze Zeitdauern, ſondern in ferne Zeiten hinaus, durch ihre Mitwirkung die Einwirkungsweiſe der Luft auf eine mitunter ſehr auffallende Weiſe abzuändern; II. 81 ff. (§. 145).

§. 168.

Die an ſich unveränderlichen, durch Ab- oder Zunahme der Wärme keinem Zuſtandswechſel unterworfenen phyſiſchen Beſtandtheile ſind ſtets gaſig, und verbleiben im

Ganzen genommen ſtets in demſelben Mengenverhältniß zugegen; weil jene Größen, um welche ſie durch den chemiſchen Verkehr mit dem Erdkörper von Augenblick zu Augenblick gemindert werden, ſtets wieder und eben ſo ſchnell als ſie ſchwanden erſetzt erſcheinen; hieher gehören, das Sauerſtoffgas, das Stickgas (I. 222) und das Carbonſäure= (Kohlenſäure=) Gas. Nur in ſehr langen Zeiträumen ſcheinen ſie ſich um ein Merkliches zu mindern (a. a. O.), was wahrſcheinlich eine erſt nach mehreren Jahrtauſenden (unter Andern auch durch veränderte aſtronomiſche Stralenbrechung ꝛc.) erkennbare Minderung der Luftdichte zur Folge hat; am wenigſten möchte dieſe Minderung betragen beim Stickgaſe, mehr beim Sauerſtoffgaſe (das, wenn es nicht vom Aether erſetzt wird, binnen 28 platoniſchen Jahren verzehrt ſeyn dürfte; I. 222, Bem. 4) und am meiſten beim Carbonſäuregas *).

§. 169.

Durch Zuſtandswechſel ſehr beträchtlichen Abänderungen der Minderung und Mehrung unterworfen, und auſſerdem noch durch Begünſtigung des Vergaſungsproceſſes für ſolche Stoffe, Gemiſche und Bildungstheile (organiſche Verbindungen), welche bei niederen Temperaturen der Luft gar nicht als Gaſe zu beſtehen vermöchten ſich als ſehr veränderlich bezeichnend, erſcheint das Waſſergas, mit allen ſeinen zahlloſen (durch mit Aufnahme der in ihm verflüchtigten Dinge hervorgehenden) Abarten; es bildet daher obengedachte Abtheilung der ſehr veränderlichen phyſiſchen Mitbeſtand=

*) Adolph Brogniart hat neuerlich (Annales des sciences naturelles. T. XV. p. 225 etc.) zu zeigen geſucht, daß die erſten Pflanzen der Erde (hauptſächlich, dann aber auch alle folgenden) von atmosphäriſcher Kohlenſäure gelebt haben, ſo daß die Luft, vor Erſchaffung der organiſchen Weſen wahrſcheinlich 3, 4, 5, 6 bis 8 Proc. Kohlenſäure beſaß, während ſie jetzt deren kaum ein Tauſendtel beſitzt, mithin auffallend abgenommen hat an Kohlenſäuregehalt.

theile der Luft, während die zufälligen Beimengungen theils aus jenen durch Mitverflüchtigung das Waſſergas begleitenden fremdartigen Dingen, theils aus Hehrrauch, Staub und brennbaren Gaſen beſtehen, die, vermöge ihrer geringen Zugänglichkeit zum Waſſer und in Folge ihrer Nichtzerſtörbarkeit durch Oxydation, in ſehr verſchiedenen Verhältniſſen der Luft beigegeben erſcheinen. Die Anweſenheit ſolcher Gaſe iſt dort nicht mehr zweifelhaft, wo ſie ſich dem Geruche verrathen (z. B. die Düfte der Gewürzinſeln) und ſie behaupten ſich — Falls ſie nicht durch Blitze und verwandte elektriſche Entladungen zerſtört werden — darum nicht ſelten für ſehr lange Zeiträume hinaus: weil ſie zu verdünnt (zu ſehr ausgedehnt) ſind, um noch vom Sauerſtoffe angezogen und verbrannt werden zu können; denn für jedes brennbare Gas giebt es eine Verdünnungsgrenze, über die hinaus es nicht mehr brennbar iſt, weil es nicht mehr angezündet und auch nicht mehr zur lichtloſen Oxydation zuſammengezogen werden kann; ſ. m. Experimentalphyſ. II. 266.

§. 170.

Wird eine oder die andere dieſer gaſigen Hüllen, an irgend einer Stelle, um irgend einen Theil ihrer wägbaren und als ſolche in ſtetem Gegendruckverhältniß ſtehenden Subſtanz gemindert, ſo fließt zu ſolcher Stelle aus deren Umgebungen von dieſer Subſtanz ſo lange und ſo viel hin, bis das durch die Minderung zuvor geſtörte Gegendrucksgleichgewicht der Theilchen wieder hergeſtellt iſt; und wird umgekehrt an irgend einer Stelle der Hülle deren Subſtanz vermehrt, ſo fließt letztere von dieſer Stelle aus in die Umgebungen ſo lange ab, bis jene Ruhe wieder hergeſtellt iſt, welche aus der Gleichheit der Gegendruckgrößen hervorgeht. Daſſelbe wird auch für das Gas jeder Hülle erfolgen, wenn ſtatt der ſtellenweiſen Minderung oder Mehrung der wägbaren Subſtanz ſelbſt, einzelörtliche Verkleinerungen oder Vergrößerungen der Ausdehnſamkeit (Minderungen oder Mehrungen

ihrer Spannkraft, und dadurch ihrer Seitendruckgewalt) eintreten; z. B. durch Kälte oder Hitze (Ab- oder Zunahme örtlicher Wärme). Bei der **ersteren** Art von Gleichgewichtsherſtellung iſt es nicht nur möglich, ſondern auch ſehr häufig wirklich der Fall: daß die übrigen Hüllen (die übrigen Einzelgaſe), oder doch die meiſten übrigen Atmosphären gar keinen Theil nehmen an der Zu- oder Abfließungsbewegung; weil die einzelnen Gastheilchen nur gegen Theilchen ihrer eignen Art (z. B. Sauerſtoffgas nur gegen Sauerſtoffgas; Carbonſäuregas nur gegen Carbonſäuregas, Waſſergas zunächſt nur gegen Waſſergas) ausdehnſam ſind, gegen die übrigen Gaſe hingegen weder Druck üben, noch von demſelben Druck erleiden (es ſey denn, daß zwei oder mehrere derſelben ſchon als Gaſe chemiſch ziehend aufeinander wirken, und mithin in der Luft mitſammen als Gemiſche vorhanden und zum Werthe **einer** Hülle verbunden worden ſind; was indeß, wo es vorkommt, in der Regel zur theilweiſen Aufhebung des Gaszuſtandes, nämlich zu Dunſtbläschen oder Rauchbildungen zu führen pflegt — z. B. zwiſchen Salzſäuregas der Vulkane und Waſſergas der Luft ꝛc. — und mithin nicht mehr hieher, ſondern nur zu den verſchiedenen Bedingungen gehört, durch welche ein oder das andere Gas örtlich vermindert werden kann); bei der anderen Art wird hingegen nie nur eine der Hüllen in ihrer Spannkraft geſchwächt oder geſtärkt, ſondern es erliegen ſtets ſämmtliche, in demſelben gemeinſchaftlichen Raume zugegen ſeyenden Hüllen ſolchen Störungen des Gleichgewichts ihrer Gegendruckgewalten und denen daraus entſpringenden Zu- oder Abfließungsbewegungen, und war die **Wärme** die Urſache der örtlichen Spannungsänderung, ſo werden alle Einzelgaſe deſſelben Ortes gleichmäßige Vertiefung oder Erhöhung ihrer Dehnſamkeit erfahren; denn (**Dalton's** und) **Gay-Luſſac's** Unterſuchungen zufolge dehnen ſich alle Gaſe, ſo lange ſie ſolche bleiben, zwiſchen dem Gefrier- und Siedepunkt der Thermometerſcalen durch jeden gleichgroßen Wärmezuſatz um

gleichviel aus (nach Letzterem, übereinſtimmend mit den Angaben Lambert's), um 0,375 für ſämmtliche Thermometergrade der zwiſchen liegenden Punkte der Scale, mithin für 1 Grad der hunderttheiligen Scale (oder 1° C.) um 0,00375 für 1 Grad der achtzigtheiligen Sc. (oder 1° R.) um 0,004875 für 1 Grad der einhundertachtzigtheiligen Sc. (oder 1° F.) um 0,002083.. und 1 Grad der einhundertfunfzigtheiligen Sc. (oder 1° de Lisle) um 0,0025.

1) Vergl. Gilbert's Ann. XII. 261. XIV. 266. — Dalton ſetzte jene Geſammtdehnung der Gaſe, beim Erhitzen derſelben vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt (letzterer beſtimmt unter einem Luftdrucke von 28″ pariſ. Barometerſt. und, wie Gay-Luſſac, die Ausdehnung des Gaſes bei 0° C. = 1 annehmend) = 0,321. Gilbert brachte durch angebrachte Correctionen heraus: aus den Dalton'ſchen Angaben 0,3976 und aus jenen von Gay-Luſſac 0,382 (das arithmetiſche Mittel hieraus iſt 0,3898). Schmidt's Verſuche (Hauf's phyſikaliſcher Briefwechſel 1. B.) gaben, mittelſt des Luftthermometers, für die Ausdehnung der Luft zu verſchiedenen Zeiten vom Eispunkt bis zum Siedepunkt, mit Rückſicht auf die Ausdehnung des Glaſes 0,3819 bis 0,3849 und aus zwei Reihen correſpondirender Beobachtungen des Thermometers, Barometers and Manometers fand S. für jene Größe 0,38536 bis 0,3928. Schon früher hatte S., Duvernoi's hieher gehörige Verſuche wiederholend, gegen letzteren gefunden, daß die Gaſe durch gleiche Wärmezuſätze ziemlich gleichförmige Dehnungen erleiden, mit Ausnahme der Dämpfe (Gren's N. Journ. IV. 320) und Muncke (Deſſen: Phyſ. Abh. 146) will für letztere Aehnliches bemerkt haben; indeß iſt ſolche Beſtimmung für Dämpfe aus mehr als einem Grunde ſehr ſchwierig, theils weil (z. B. beim Waſſergas) Zuſtandsänderungen, z. E. Erzeugung von Dunſtbläschen, durch Zunahme des Drucks des erhitzten Gaſes (alſo durch Zuſammenpreſſung) dem Blicke ſich entziehen können, weil ſie zu geringfügig in Abſicht auf Einzelgröße (z. B. der einzelnen Bläschen) ſind, theils weil, wenn auch dergleichen Verdichtungen in Form von ſichtbaren Niederſchlägen ſtatt haben, dieſe Niederſchläge nicht nur ſelbſt in Abſicht auf Dehnung durch Wärme von der veränderten Temperatur abhängen, ſondern auch hinſichtlich ihres Verſchluckungsvermögens für Gaſe ähnliche Abhängigkeiten darbieten. Mit der gleichförmigen Dehnung der Gaſe wächſt auch ihre Durchſichtigkeit; findet ſich nun z. B., daß dieſe bei einer höheren Temperatur geringer iſt, als ſie der Berechnung nach ſeyn ſollte, ſo beweiſt dieſes: daß ſich bei dieſer höheren Temperatur (z. B. wegen zu träger Verſchiebbarkeit des den Meſſungsraum ſperrenden Merkur) Dunſtbläschen gebildet haben, welche die Geſammtdehnung des gaſig gebliebenen Antheils nothwendig kleiner

angeben

angeben machen, als ſie wirklich erfolgt iſt ꝛc. Sperrt man Eis in einen leeren oder in einen von trockner, nicht chemiſch auf Waſſer wirkender Luft erfüllten Raum, ſo verdampft davon ein Theil auch bei niederen Temperaturen; war der Einſchließungsraum eine mit Merkur zum Theil erfüllte Röhre (z. B. die Torrizelliſche Leere eines Barometers), ſo wird die Verdampfung ſo lange ſtatt haben, bis der von den Wänden des Hohlraums eingeſchloſſene Waſſerdampf eine ſeiner Temperatur entſprechende Spannung erhalten hat, vermöge welcher er ſich (dieſelbe als Druckgewalt äuſſernd) mit dem beweglichen Merkur ins Gleichgewicht ſetzt. War der Hohlraum mit Luft erfüllt, ſo iſt darum die Verdampfung nicht geringer als im leeren Raume, und die Spannung mithin nicht kleiner als jene des Waſſerdampfes in der Leere. Wird jetzt die Temperatur des Dampfes erhöht, ſo wächſt auch ſeine Spannung, und erreicht ſo das dem gegebenen Temperaturgrade entſprechende Maximum, und mindert man die Temperatur des Dampfes, ſo geht ein Theil deſſelben zur tropfbaren Flüſſigkeit über, ſchlägt ſich als ſolche nieder, und hinterläßt nun einen Dampf von geringerer Dehngewalt, d. i. von geringerer Spannung. Steigert man hingegen die Temperatur des in einem Gefäße erhitzten Waſſers mehr und mehr, ſo wird es endlich ſeinen Siedepunkt erreichen, d. h. einen Grad der Spannung erhalten, welche ſeine Dämpfe den Gegendruck der auflaſtenden, annoch flüſſigen Waſſerſäulen und damit den gegen dieſe ausgeübten Luftdruck überwältigen läßt. Je größer dabei dieſer Luftdruck iſt, um ſo höher wird der Siedepunkt in der Thermometerſcale hinaufrücken (bei ſo höheren Temperaturen wird das Waſſer ſieden), d. h. um ſo heißer wird das tropfbare und das als Dampfblaſe die Waſſerſäulen auseinander treibende und die relativ zuſammengezogene Waſſeroberfläche durchbrechende gaſige Waſſer werden, und um ſo mehr wird des letzteren Spannung wachſen. Waſſerdampf unter einem mittelbaren Luftdrucke von 28″ Barometerſt. ſiedendheiß entwickelt, hat Gay-Luſſac zufolge einen 1700,6 fachen, nach Watt einen 1788 fachen Raumsumfang; den des ſiedendheißen tropfbaren Waſſers gleich 1 geſetzt. In verſchloſſenen Gefäßen läßt ſich daher die Temperatur des Siedepunktes des tropfbaren, und damit die Spannkraft des gaſigen Waſſers auſſerordentlich erhöhen und es ſteigt von noch flüſſigem Waſſer berührt, dann ſeine Spannung nicht in dem bemerkten Ausdehnungsverhältniß erwärmter Gaſe, ſondern, ſo wie überhaupt, wenn Waſſerdampf nicht für ſich, ſondern als annoch vom tropfbaren Waſſer berührte Subſtanz erwärmt wird, ungewöhnlich. In nachſtehender Tafel ſind für die beigeſetzten Grade der Centeſimalſcale unter (—) und über (+) 0° die Maxima der unter ſolchen Umſtänden eintretenden Spannung der Waſſerdämpfe bezeichnet als gemeſſen durch die Höhen der Merkurſäule der Barometerröhre und ausgedrückt in Millimetertheile derſelben, gemäß den hieher gehörigen Beſtimmungen von Dalton, Biot, Ure und Arzberger.

Thermometergrade	—20	—15	—10	—5	—1	0	1	5	10
Spannungsgröße	1,333	1,879	2,631	3,660	4,745	5,059	5,393	6,947	9,475

Grade		15	20	25	30	35
Spannungsgröße		12,837	17,314	23,290	30,643	40,404
		40	45	50	55	60
		52,998	68,751	88,742	113,71	144,66
		65	70	75	80	85
		182,71	229,07	285,07	352,08	431,71
		90	95	100	105	110
		525,28	634,27	760	904	1066
		120	130	140	150	160
		1450	1950	2630	3484	4543
	170	180	200	210	220	225
	5459	6815	10268	12420	14883	16245

Vergleiche hiemit die Wirkſamkeit der von Vulkanen eingeſchloſſenen Dämpfe I. 66 Anm.

Zum beliebigen Gebrauch diene hier, ſo wie bei verwandtem Gebrauch des **Barometers** als Meßröhre, in welcher die Länge (Höhe) eingeſchloſſene Merkurſäule das Meſſungsmittel darbietet, folgende aus **Horner's** („Tables hypsométriques pour le Baromètre divisé en pouces et lignes du pied français et le Thermomètre octogésimal. Zurich, 1827. 8.) entlehnte:

Metermaaßtheile in Duodecimallinien (und **Zolle**) des Pariſer Fußmaßes ausgedrückt.

Meter.	Linien.	Zolle.	Lin.	Meter.	Linien.	Meter.	Linien.
0,40	177,32	14	9,32	0,0001	0,04	0,0051	2,26
41	181,75	15	1,75	2	0,09	52	2,30
42	186,18		6,18	3	0,13	53	2,35
43	190,62		10,62	4	0,18	54	2,39
44	195,05	16	3,05	5	0,22	55	2,44
45	199,48		7,48	6	0,26	56	2,48
46	203,92		11,92	7	0,31	57	2,53
47	208,35	17	5,35	8	0,35	58	2,57
48	212,78		8,78	9	0,40	59	2,61
49	217,21	18	1,21	10	0,44	60	2,66
0,50	221,64		5,64	0,0011	0,49	0,0061	2,70
51	226,08		10,08	12	0,53	62	2,75
52	230,51	18	2,51	13	0,58	63	2,79
53	234,94		6,94	14	0,62	64	2,84
54	239,38		11,38	15	0,66	65	2,88
55	243,81	20	3,81	16	0,71	66	2,92
56	248,24		8,24	17	0,75	67	2,97

Metres.	Linien.	Zolle.	Lin.	Metres.	Linien.	Metres.	Linien.
57	252,68	21	0,68	18	0,80	68	3,01
58	257,11		5,11	19	0,84	69	3,06
59	261,54		9,54	20	0,89	70	3,10
0,60	265,98	22	1,98	0,0021	0,93	0,0071	3,15
61	270,41		6,41	22	0,97	72	3,19
62	274,84		10,84	23	1,02	73	3,23
63	279,28	23	3,28	24	1,06	74	3,28
64	283,71		7,71	25	1,11	75	3,32
65	288,14	24	0,44	26	1,15	76	3,37
66	292,57		4,57	27	1,20	77	3,41
67	297,01		9,01	28	1,24	78	3,46
68	301,44	25	1,44	29	1,28	79	3,50
69	305,87		5,87	30	1,33	80	3,55
0,70	310,31		10,31	0,0031	1,37	0,0081	3,59
71	314,74	26	2,74	32	1,42	82	3,63
72	319,17		7,17	33	1,46	83	3,68
73	323,61		11,61	34	1,51	84	3,72
74	328,04	27	4,04	35	1,55	85	3,77
75	332,47		8,47	36	1,59	86	3,81
76	336,90	28	0,90	37	1,64	87	3,86
77	341,34		5,34	38	1,68	88	3,90
78	345,77		9,77	39	1,73	89	3,94
79	350,20	29	2,21	40	1,77	90	3,99
Meter.	Linien.			0,0041	1,82	0,0091	4,03
0,00001	0,00			42	1,86	92	4,08
2	1			43	1,90	93	4,12
3	1			44	1,95	94	4,17
4	2			45	1,99	95	4,21
5	2			46	2,04	96	4,25
6	3			47	2,08	97	4,30
7	3			48	2,13	98	4,34
8	3			49	2,17	99	4,39
9	0,04			50	2,22	0,0100	4,43

Dieſer Tabelle möge folgen: eine Vergleichungstafel mehrerer Fußmaaße nach Millimetern:

1	Bayeriſcher Fuß	291,8593	Millimeter
1	Augsburger —	296,1904	—
1	Nürnberger —	303,8604	—
1	Rheinländiſcher Fuß	313,8536	—
1	Frankfurter Fuß	286,4903	—
1	Cöllner Fuß	275,2112	—
1	Amſterdammer Fuß	283,1066	—

1 Brüßler Fuß	. . . .	291,0020	Millimeter.
1 Pariſer —	. . . .	324,8394	—
1 Londner —	. . . .	304,7625	—
1 Schwediſcher Fuß	. . . .	296,8672	—
1 Ruſſiſcher —	. . . .	538,2409	—
1 Berliner —	. . . .	309,7254	—
1 Dresdner —	. . . .	283,1066	—
1 Leipziger —	. . . .	282,6555	—
1 Prager —	. . . .	296,4160	—
1 Schleſiſcher —	. . . .	291,0020	—
1 Mähriſcher —	. . . .	295,9648	—
1 Wiener —	. . . .	316,1023	—
1 Tyroler —	. . . .	313,1109	—
1 Venetianer —	. . . .	347,7588	—

2) Die Ausdehnung der tropfbaren Flüſſigkeiten durch Wärme ſteht in der Regel im umgekehrten Verhältniß ihrer Zähigkeiten und im geraden ihrer Vermögen die Wärme latent zu machen; oder ihrer Capacitäten für die Wärme. Merkur dehnt ſich, Dulong und Petit zufolge, durch die Geſammtwärme vom Eispunkt bis zum Siedepunkt um $\frac{1}{55,5}$ und dazwiſchen ziemlich gleichförmig aus; Waſſer beginnt nahe dem Gefrierpunkt (I. 392 ff. *)) ſich zu dehnen: im gleichen Verhältniß (d. i. um eben ſo viele Grade) wie die Temperatur abnimmt. Wie des letzteren Gasfaſſungs- (Luft-Abſorptions-) Vermögen hiebei ſich ändert, verdient noch näher beſtimmt zu werden; vergl. jedoch a. a. O. 431.

3) Da es bei thermometriſchen Beſtimmungen (alſo auch bei jenen, welche die Luft betreffen) darauf ankommt, zu wiſſen: welchen Antheil die Subſtanz des Wärmemeſſers, und namentich das Glas der gemeinhin gebräuchlichen Glasröhrenthermometer an der Wärmedehnung nimmt, die das Inſtrument anzeigt, ſo wird es nicht überflüſſig ſeyn, hier aufzuführen, was neuere Ergebniſſe in dieſer Hinſicht ausſagen:

Nach Lavoiſier und Laplace iſt die Dehnung nach einer vorherrſchenden Dimenſion (z. B. nach der Länge), wie ſie eintritt: in Folge der Einwirkung jener Wärme, welche das Merkurthermometer von 0° C. bis 100° C. (vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt) ſteigen macht, hinreichend zu dehnen:

---

*) Das Eigengewicht des Eiſes iſt 0,92 von dem des Waſſers. Die größte Dichte hat das Waſſer Hallſtröms Unterſuchungen zufolge bei 4,1° C. Iſt ſein Volum dann = 1, ſo iſt es bei 0° C = 1,0001082; bei 30° C. = 1,0040245 und bei 100° C. nahe = 1,0466; vergl. I. 314 ff.

Gemeines Glas *) um 0,000897
Engliſches Bleiglas (Flintglas) um . . 0,000812
Franzöſiſches Bleiglas um 0,000872
Pariſer Silber um 0,001908
(Reines Gold um . . . . 0,001466)
Pariſer Gold nicht geglühet um 0,001552
— — geglühet um 0,001514
Platin (nach Borda) um 0,000857
Meſſing — — um 0,001879

Anmerk. Holzmann's „Metallthermometer" beſteht aus Stoffen von Meſſing und Platin, welche den Wärmegrad angeben mittelſt eines Räderwerks, das in Folge ihrer Verlängerung in Bewegung geſetzt wird. Brequet's (ſehr empfindliches) Metallthermometer beſteht aus Silber, Gold und Platin, in Form eines ſpiralförmigen Drathes, der einen Zeiger bewegt. Die Wärmedehnung dieſes Drathes iſt nahe 0,0004. Für Flächendehnungen rechnet man hiebei das Doppelte, für körperliche das Dreifache. Ueber Dalton's hieher gehörige Beſtimmungen vergl. m. Syſt. d. Chem. Einleit. S. 47.

4) Zum Gebrauche für den Meteorologen folget hier die Vergleichung der jetzt üblichen Thermometerſcalen, der Fahrenheit'ſchen, Celſius'ſchen (oder Centeſimalſcale) und der Reaumur'ſchen:

F.	C.	R.	F.	C.	R.
—13°	—25°	—20°	+3°	—16°,11	—12°,89
12	24,44	19,56	4	15,56	12,44
11	23,89	19,11	5	15	12
10	23,33	18,67	6	14,44	11,56
9	22,78	18,22	7	13,89	11,11
8	22,22	17,78	8	13,33	10,67
7	21,67	17,33	9	12,78	10,22
6	21,11	16,89	10	12,22	9,78
5	20,56	16,44	11	11,67	9,33
4	20	16	12	11,11	8,89
3	19,44	15,56	13	10,56	8,44
2	18,89	15,11	14	10	8
1	18,33	14,67	15	9,44	7,56
0	17,78	14,22	16	8,79	7,11
+1	17,22	13,78	17	8,33	6,67
2	16,67	13,33	18	7,78	6,22

*) Siliciumſaures Natron (mehr oder weniger reichhaltig an ſiliciumſaurem Kali, und hienach ohne Zweifel von obiger Angabe abweichend).

F.	C.	R.	F.	C.	R.
+19°	−7°,22	−5°,78	+65°	+18°,33	+14°,67
20	6,67	5,33	66	18,89	15,11
21	6,11	4,89	67	19,44	15,56
22	5,56	4,44	68	20	16
23	5	4	69	20,56	16,44
24	4,44	3,56	70	21,11	16,89
25	3,89	3,11	71	21,67	17,33
26	3,33	2,67	72	22,22	17,78
27	2,78	2,22	73	22,78	18,22
28	2,22	1,78	74	23,33	18,67
29	1,67	1,33	75	23,89	19,11
30	1,11	0,89	76	24,44	19,56
31	0,56	0,44	77	25	20
32	0	0	78	25,56	20,44
33	+0,56	+0,44	79	26,11	20,89
34	1,11	0,89	80	26,67	21,33
35	1,67	1,33	81	27,22	21,78
36	2,22	1,78	82	27,78	22,22
37	2,38	2,22	83	28,33	22,67
38	3,38	2,67	84	28,89	23,11
39	3,89	3,11	85	29,44	23,56
40	4,44	3,56	86	30	24
41	5	4	87	30,56	24,44
42	5,56	4,44	88	31,11	24,89
43	6,11	4,89	88	31,67	25,33
44	6,67	5,33	90	32,22	25,78
45	7,22	5,78	91	32,78	26,22
46	7,78	6,22	92	33,33	26,67
47	8,33	6,67	93	33,89	27,11
48	8,89	7,11	94	34,44	27,56
49	9,44	7,56	95	35	28
50	10	8	96	35,56	28,44
51	10,56	8,44	97	36,11	28,89
52	11,11	8,89	98	36,67	29,33
53	11,67	9,33	99	37,22	29,78
54	12,22	9,78	100	37,78	30,22
55	12,78	10,22	101	38,33	30,67
56	13,33	10,67	102	38,89	31,11
57	13,89	11,11	103	39,44	31,66
58	14,44	11,56	104	40	32
59	15	12	105	40,56	32,44
60	15,56	12,44	106	41,11	32,89
61	16,11	12,89	107	41,62	33,33
62	16,67	13,33	108	42,22	33,78
63	17,22	13,78	109	42,78	34,67
64	17,78	14,22	110	43,33	34,22

F.	C.	R.	F.	C.	R.
+ 111°	+ 43°,89	+ 35°,11	+ 157°	+ 69°,44	+ 55°,56
112	44,44	35,56	158	70	56
113	45	36	159	70,56	56,44
114	45,56	36,44	160	71,11	56,89
115	46,11	36,89	161	71,67	57,33
116	46,67	37,33	162	72,22	57,78
117	47,22	37,78	163	72,78	58,22
118	47,78	38,22	164	73,33	58,67
119	48,33	38,67	165	73,89	59,11
120	48,80	39,11	166	74,44	59,56
121	49,44	39,56	167	75	60
122	50	40	168	75,56	60,44
123	50,56	40,44	169	76,11	60,89
124	51,11	40,89	170	76,67	61,33
125	51,67	41,33	171	77,22	61,78
126	52,22	41,78	172	77,78	62,22
127	52,78	42,44	173	78,33	62,67
128	53,33	42,67	174	78,89	63,11
129	53,89	43,11	175	79,44	63,56
130	54,44	53,56	176	80	64
131	55	44	177	80,56	64,44
132	55,56	44,44	178	81,11	64,89
133	56,11	44,89	179	81,67	65,33
134	56,67	45,83	180	82,22	65,78
135	57,22	45,78	181	82,78	66,22
136	57,78	46,22	182	83,33	66,67
137	58,33	46,67	183	83,89	67,11
138	58,89	47,11	184	84,44	67,56
139	59,44	47,56	185	85	68
140	60	48	186	85,56	68,44
141	60,56	48,44	187	86,11	68,89
142	61,11	48,39	188	86,67	69,33
143	61.67	49,33	189	87,22	69,78
144	62,22	49,78	190	87,78	70,22
145	62,78	50,22	191	88,33	70,67
146	63,33	50,67	192	88,89	71,11
147	63,89	51,11	193	89,44	71,56
148	64,44	51,56	194	90	72
149	65	52	195	90,56	72,44
150	65,56	52,44	196	91,11	72,89
151	66,11	52,89	197	91,67	73,33
152	66,67	53,33	198	92.21	73,78
153	67,22	53,78	199	92,78	74,22
154	67,78	54,22	200	93,33	74,67
155	68,33	54,67	201	93,89	75,11
156	68,89	55,11	202	94,44	75,56

F.	C.	R.	F.	C.	R.
+203°	+95°	+76°	+208°	+97°,78	+78°,22
204	95,56	76,44	209	98,33	78,67
205	96,11	76,89	210	98,89	79,11
206	96,67	77,33	111	99,44	79,56
207	97,22	77,78	212	100	80

Oder:

R.	C.	F.	R.	C.	F.
0°	0°	32°	24°	30°	86°
1	1,25	34,25	36	45	113
4	5	41	40	50	122
8	10	50	50	62,50	144,50
12	15	59	60	75	167
16	20	68	70	87,50	189,50
20	25	77	80	100	212

Da 180° F. = 100° C. = 80° R. und = 150° de Lisle ſind, ſo iſt auch

1° F. = $\frac{5}{9}$° C. = $\frac{4}{9}$° R. und $\frac{5}{6}$ de Lisle.

1° R. = 1$\frac{1}{4}$° C. = 2$\frac{1}{4}$° F. und 1$\frac{7}{8}$° de Lisle.

1° C. = 1$\frac{4}{5}$° F. = $\frac{4}{5}$° R. 1$\frac{1}{2}$° de Lisle.

und 1° de Lisle = $\frac{2}{3}$° C. = $\frac{533}{1000}$° R. und 1$\frac{1}{5}$° F.

Und ſo ſind ferner:

100° C. = 21$\frac{1}{2}$° Amanton = 440° Crucquin = 34° Newton = 163° Hales (Skale).

§. 171.

Während die gaſigen phyſiſchen Luftbeſtandtheile, die brennbaren mit eingeſchloſſen (§. 166) nicht nur die Durchwirkung der Wärme und des Lichtes, oder die Wärme- und Lichtdurchſtralung, und zwar um ſo vollkommener geſtatten, je mehr verdünnt ſie ſind, ſondern auch als Gaſe nichts ändern an der Durchwirkung des Erdmagnetismus und an der Fortwirkung der Schwere, widerſetzen ſie ſich hingegen ſehr merklich der „Verbreitung

der Elektricität" (oder vielmehr jener der ſog. elektriſchen Flüſſigkeiten) zumal in niederen Luftſchichten. Es ſcheint dieſer Widerſtand, genannt das Iſolationsvermögen der Luft für Elektricität, ebenfalls zu wachſen im geraden Verhältniß der Zunahme der Dichte der Luftſchichten; indeß iſt die mit der Luftverdünnung eintretende Abnahme des Widerſtandes in ziemlich enge Grenzen gehalten; denn der ſog. leere Raum iſolirt wieder, während eine Luft, alſo verdünnt wie jene der gewöhnlichen Gewitterhöhe — merklich leitet. Elektricität iſolirend, und Wärme und Licht theils bindend und hemmend (dunkelnd), theils mehr oder weniger ungleichförmig (verworren), zurückwerfend verhalten ſich auch die trocknen Eisſtäubchen, die Erd- und Sonnenſtäubchen; die Rauchtheilchen tragen hingegen zur Elektricitätsverbreitung bei, ſchon in ſo fern: als ſie als leichte Körperchen, die beſſer leiten als Eis, der Anziehung und Abſtoßung unterworfen ſind. Am vollkommenſten leiten aber die Dunſtbläschen, und dort, wo ſie die trockne Luft in feuchte verwandeln, wächſt die Leitung derſelben für die Elektricität im auffallenden Grade; ſo daß ſich von den niederen (dichteren) Luftſchichten behaupten läßt: ſie leiten nur, wenn ſie feucht ſind.

§. 172.

Die Ableitung (Ausſtrömung) der Elektricität unterliegt indeß hiebei demſelben allgemeinen Geſetze, dem auch die „erhitzten Körper" in Abſicht auf „Abkühlung" unterworfen ſind; es erfolgt dieſelbe um ſo eher und um ſo ſchneller, je ſtärker die Elektricität angehäuft war (je größer die elektriſche Spannung war); umgekehrt nimmt die Elektricitätsausſtrömung um ſo eher ab, je geringer die Spannung war, in der ſich der elektriſirte Körper befand; auf ähnliche Weiſe, wie ein ſtark erhitzter Körper (z. B. das den Tag hindurch ſtark erwärmte Küſtenland, im Gegenſatze des weniger erwärmten Meerwaſſers, in der dar-

auf folgenden Nacht) ſich verhältnißmäßig **eher abkühlt**, als ein mäßig warmer, wenn beide, von ſonſt gleicher Beſchaffenheit, in gleich kalte (und übrigens gleichgeartete) Umgebungen gebracht werden, und wie ein ſehr kalter Körper ſich verhältnißmäßig ſchneller anwärmt, als ein Körper, der nur wenig kälter iſt, als z. B. die ihn umfließende Luft.

1) Sollte in der Luft gaſiges Eiſen (z. B. Eiſenwaſſerſtoffgas; oder wahrſcheinlicher kohlenſaures Eiſen, gaſig erhalten in der luftigen Carbonſäure) vorkommen, was mehrere Umſtände, z. B. der Eiſengehalt gewiſſer Meteorwäſſer wahrſcheinlich machen, und was jene Phyſiker annehmen müſſen, welche die Meteorſteine als Lufterzeugniſſe betrachten (wenn ſie nicht lieber — gegen alle Einſprache der Chemie — das in dieſen gegebene Eiſen, ſo wie die daſſelbe begleitenden übrigen chemiſchen Beſtandtheile, als Erzeugniſſe der bekannten Einzelgaſe der Luft betrachten wollen) und wäre ſolches Eiſengas in der Luft ſtellenweiſe ungleich gehäuſt und ungleich vertheilt, ſo dürften dergleichen einzelörtliche Anhäufungen allerdings um ein Geringes dazu beitragen, der Durchwirkung des Erdmagnetismus (§. 171) und der Gegenwirkung des Mond-, Sonnen- ꝛc. Magnetismus in ſofern als Gegner ſich bethätigen, als der Magnetismus einer Magnetnadel nur durch die urſprünglich magnetiſchen Metalle (am Eiſen, Nickel, Kobalt) iſolirt wird; von anderen Abänderungen des Erdmagnetismus, z. B. von jenen Verſchiedenartigkeiten des Rotationsmagnetismus, welche ungleich geartete Körpermaſſen darbieten, wenn ſie nacheinander derſelben Magnetnadel unter im Uebrigen gleichbleibenden Bedingungen dargeboten werden, als umſchwingende Scheiben ꝛc. (ſ. K. XVII. 2. H.) kann bei Betrachtung des Inhalts der Luft (oder vielmehr des hiebei möglicher Weiſe allein in Anſpruch zu nehmenden Erdſtaubes derſelben) um ſo weniger die Rede ſeyn, als einerſeits die Mitwirkſamkeit des Erdmagnetismus auf die Veränderungen der phyſiſchen Beſtandtheile der Luft höchſtwahrſcheinlich ſehr geringfügig iſt (§. 165) und andererſeits in der Erdatmosphäre zu wenig magnetiſirbarer Stoff gegeben erſcheint, um nur irgendwo, irgend etwas auffallend Merkliches von Abänderung der erdmagnetiſchen Einwirkung hervorbringen zu können. Es darf daher das magnetiſche Fernewirken der Erde durch ihre Luft hindurch, als von Seiten des Stoffes dieſer Luft vollkommen ungehindert betrachtet, und in dieſer Hinſicht der Schwere gleich geſtellt werden.

2) Dem obigen Elektricitäts-Ableitungsgeſetze gemäß, werden daher z. B. ſchwach elektriſirte Wolken ihre Elektricität nur ſehr langſam verlieren, ſtark geladene hingegen ſich ihres größeren Elektricitätsantheils (bis auf Reſte, welche jenen ſchwachen Ladungen gleich kommen) ſchnell zu entladen vermögen. Aus dieſem Grunde tritt z. B., auch bei der beſten Iſolation der unteren trocknen Luft, ſtets

Entladung der Art ein, wie die Gewitterwolken lehren, und zeigen ſich umgekehrt auch in feuchtluftigen Umgebungen die Wolken ſtets noch ſchwach elektriſirt.

§. 173.

Dieſes Geſetz der Elektricitäts-Ableitung (oder Ausleitung; oder Elektricitäts-Entſtrömung), führt in Verbindung mit der Nichtleitung des ſog. leeren Raumes (§. 171) zu folgenden für die Meteorologie wichtigen Folgerungen: 1) ſämmtliche in der Luft vorkommende elektriſche Wirkungen, ſofern ſich durch plötzliche elektriſche Entladungen (Gewitter) bezeichnen, finden nur in mäßigen Höhen ſtatt; dieſe Höhen können jene nicht überbieten, von welchen aus noch auf den Merkurſtand in der Barometerröhre in auffallender Form abändernd gewirkt wird (dieſe letztere Höhe iſt wahrſcheinlich nicht über 4099 Toiſen, oder 24594 pariſ. Fuß; ſ. w. unten), ſondern ſie müſſen vielmehr weit niedriger zutreffen, weil ſchon in der mäßigen Höhe, bei welcher die Luft noch einer Merkurſäule von 4″ das Gleichgewicht hält, der erſteren Leitungsvermögen (denen über die Elektricitätsleitung der verdünnten Luft angeſtellten Verſuchen zufolge) ſchon ſehr merklich wird; 2) was als elektriſirtes Gas noch über dieſe Höhe hinausſteigt, wird den größten Theil ſeiner Elektricität unterwegs verlieren, und jener Schicht überlaſſen, welche zwiſchen der iſolirenden trocknen und dichten unteren Luft und der ſog. Leere gelagert erſcheint, und dieſe Zwiſchenſchicht ſelbſt wird daher als eine andauernde elektriſche Atmosphäre (von nicht ſehr beträchtlichem Höhendurchmeſſer) zu betrachten ſeyn; 3) die Leere, d. i. die Luft jenſeits der Höhe von beiläufig 25000 pariſer Fuß wird die Erdelektricität für die Mittheilung an andere Weltkörper abſperren, und wenn in dieſer Region noch Phänomene elektriſcher Entladungen vorkommen (z. B. Nordſcheine), ſo werden dieſe nur geringe Elektricitätsmengen nöthig haben, um

in Abſicht auf Merkbarkeit (Sichtbarkeit der Funken) viel zu leiſten *); ꝛc.

---

*) Dieſer letzteren Folgerung erſter Theil ſchließt übrigens nicht aus die Möglichkeit: daß fremde Weltkörper elektriſch-erregend auf die Erde zu wirken vermögen, ſofern ſie mit einem oder dem anderen E geladen erſcheinen; ſie verneint nur die Behauptung: daß Elektricität in Subſtanz von der Erde zu andern Weltkörpern übergehen, und umgekehrt von dieſen zu jener gelangen könne; I. 258. Sollte daher wirklich eine erregende Wechſelwirkung jener Art beſtehen zwiſchen der Erde und den übrigen Weltkörpern des Sonnenſyſtems, ſo wird dieſelbe in Abſicht auf Wirkung zunächſt nur Spielraum haben in jener die Erde umgebenden elektriſchen Hülle, welche dort weilt (und mit der Erde im Himmelsraume fortrückt), wo die Erdluft verdünnt genug iſt — um zu leiten; aber nicht zu verdünnt, um ſchon wieder zu iſoliren. Solche Erregung iſt dann ähnlich dem Laden der Leidner Flaſche (m. Experimentalphyſ. I. Cap. 5) und dem Bilden elektriſcher Atmoſphären durch ſogenannte elektriſche Vertheilung; wo eines der örtlich fixirten E das entgegengeſetzte E an der Oberfläche eines zweiten (vom Träger des erſten E durch einen Iſolator getrennten) Leiters erſcheinen und anſammeln macht, nach dem Geſetze: daß jedes freie E ſich ſelber gegenüber das Gegen E hervorruft und örtlich fixirt, ſobald ein Iſolator zwiſchen dem urſprünglich freithätigen E und dem Träger des hervorzurufenden gegeben iſt. Nun iſt freilich der Durchmeſſer des im obigen Falle als vorhanden zu geſtattenden Iſolators ungeheuer groß (nahe proportional den Abſtänden der hiebei in Frage kommenden Weltkörper unter ſich), wenn man indeß anzunehmen ſich berechtigt glaubt: daß die Anziehungskraft jedes E in die Ferne wirkt, nach demſelben Geſetze, nach welchem die Schwere für Ferne wirkſam iſt (im umgekehrten Verhältniß des Quadrates der Entfernungen), und wenn man hinzufügt, daß dabei jeder Weltkörper mit der Summe der elektriſchen Anziehungskraft ſeiner ganzen elektriſchen Zwiſchenluft-Hülle wirkt, ſo leuchtet ein, daß ſolche Gegenwirkung wenigſtens nicht viel geringer ausfallen kann, als das Maaß jener Schwere- oder allg. Anziehungswirkung, mit welchem ein Weltkörper den anderen als gravitirende Subſtanz turbirt; was denn freilich für einzelne elektriſche Erſcheinungen an der Erde immer eine ſehr wenig bedeutende Größe ſeyn, für lange Zeiträume hindurch ſich jedoch in ſolchem Maaße häufen und wieder mindern wird (im Verhältniß der Zu- und Abnahme der Weltkörper-Fernen), daß daraus hervorzugehen vermag eine periodiſche Aenderung der Luftelektricität, deren Maxima und Minima mit denen

§. 174.

Was von den Phänomenen der elektriſchen Entladung gilt, findet ſeine bedingte Anwendung auch auf jene der (geleiteten und der) *mitgetheilten Wärme*. Ihre Wirkungsſtätte wird auch in den niederen Luftſchichten als am meiſten merkbar hervortreten, und in Höhen, wo es ſich beim Wärmewechſel durch Mittheilung nicht mehr vom merklichen Zuſtandswechſel handelt (wo das *Waſſergas* nicht mehr zur tropfbaren, ſondern nur zur ſtarren und damit aber auch ſehr bald wiederum zur gaſigen Raumerfüllungsform gelangt) wird ſich die Wirkung der Wärme nur noch erkennen laſſen: durch Aenderungen in der *Strömungsrichtung* und in dem Lichtbrechungsvermögen der Luft, welches letztere jedoch für einigermaaßen beträchtliche Höhen dann ſehr bald an Merkbarkeit verliert, wenn die Dichtigkeitsunterſchiede der Luft theils an ſich, im Momente wenn ſie hervorgehen, nicht ſehr beträchtlich ſind, theils eben ſo bald wieder verſchwinden, als ſie erſcheinen. Aequatorialluft, die z. B. über die Schneelinie (I. 315) hinaufwirbelt und dann — der größeren Erdzuggewalt folgend — nach den Polen zu fallend abfließt, wird ſehr merkliche *Luftſtrömung* veranlaſſen: nicht nur durch dieſe ihre eigne

---

des großen platoniſchen Jahres zuſammenfallen; ſ. oben §. 164 S. 7. ff. Uebrigens werden auch *Gasblaſen*, die in den iſolirenden Raum (über 25000 Fuß hoch) hinauf ſchnellen (und wenn *Wolken* zu ſolchen Höhen hinauf gewirbelt werden ſollten — *Gay-Luſſac* hatte dergleichen bei ſeiner Luftfahrt noch weit über ſich in einer Höhe von 3000 Toiſen — müſſen ſie zunächſt in ſehr verdünntes, mehr als eiskaltes Waſſergas und Eisſtaub übergehen, welcher letztere jedoch ebenfalls, in ſolcher Umgebung, der Vergaſung nicht lange zu widerſtehen vermag), ſofern *ihre Dehnung* ſchon in der *gegenſeitigen Anziehung ihrer Theilchen*, d. i. in ihrer eigenen Schwere *eine Grenze* findet (II. 534 ff.) als durch Erregung *elektriſch geladene* Raumerfüllungen *erſcheinen* und durch ſolche Ladung erregend zurückwirken auf die Wolken der niederen Luftſchichten.

Bewegung, ſondern auch durch die (damit in tieferen Schichten eintretende) Gegenbewegung der von den Polen her den Aequatorialregionen wieder zuſtrömenden kälteren Luft, hingegen nur ſehr geringe, der Beobachtung ſich nicht ſelten gänzlich entziehende Abänderung der atmoſphäriſchen Lichtbrechung (z. B. Sternenſtralen- oder aſtronomiſchen Stralen-Brechung; I. 282) ſchon darum, weil die entgegengeſetzten Luftſtrömungen mit ihren ungleichen Dichten hinſichtlich dieſer Wirkung für die zu den Augen gelangenden Sternſtralen einander nahe ausgleichen. Bis zur Schneelinie hinauf, wird dagegen die einzelörtliche Abänderung in der Wärmemittheilung ſtets, und zumal, ſofern ſie Zuſtandswechſel zur Folge hat, von wohl und zum Theil ſehr merklichen Abweichungen in der Beſchaffenheit der Luft begleitet ſeyn. Ob Flüſſigkeiten überhaupt Wärme leiten, ſteht noch in Frage, und iſt bei ſo beweglichen Materien wie die Gaſe der Luft ſehr unwahrſcheinlich, es beſchränkt ſich daher die hieher gehörige Unterſuchung der Wirkungen der atmoſphäriſchen Wärme nur auf jene der Wärmemittheilung und auf die, ebenfalls ſchon erwähnte, der Entſtralung und Rückſtralung der Wärme; erſtere wird innerhalb der dichteren, niederen Luftſchichten ſtets Wärmeverluſt, letztere Wärmeentſchädigung herbeiführen; erſtere daher z. B. Thau und Reif, letzteres Trocken- und Warmbleiben der Pflanzen ꝛc. zur Folge haben (I. 398) und letztere wird nur möglich werden, wo die oberen Luftſchichten trüb genug ſind, um die ihnen zuſtralende Wärme (einem großen Theile nach) wieder der Erde zuwerfen zu können; die Hauptſtätte der wichtigſten Luftänderungen bewirkt durch Wärme, iſt alſo ebenfalls jene Atmoſphärenſchicht, welche als Erdhülle nahe bis zu der Höhe hinaufreicht, die erforderlich iſt, um die Druckveränderungen der Luft durch das Barometer zur auffallenden Merkbarkeit zu bringen; d. i. bis zu der angegebenen Höhe von 25000 par. Fuß (§. 173).

§. 175.

Auf dem Wege der Mittheilung gelangt die Wärme aus höheren Luftregionen in niedere (z. B. aus Luftſchichten die reich an dunkeln, durch Sonnenbeleuchtung ſtark erhitzbaren Rauch ſind) ſehr langſam zur erkennbaren Wirkſamkeit, weil ſie als ſtralende Wärme zwar die oberen dünneren Luftſchichten ſchnell durcheilt, dagegen in den niederen dichteren mehr und mehr verſchluckt wird, die Subſtanz dieſer niederen Luft im Verhältniß der Verſchluckung ausdehnen, und damit wieder aufſchnellen macht, ſo daß die Intenſität dieſer Art Stralwärme, und damit deren Wirkung auf die der Erdoberfläche zunächſt gegebenen (tiefſten) Luftſchichten fortdauernd beträchtliche Minderung erleidet; umgekehrt erfolgt die Verbreitung der Wärme durch Mittheilung von unten nach oben ſtets ſehr ſchnell, weil die den erhitzten Erdboden (oder auch den erwärmten Waſſerſpiegel) berührende Luft, ſofort durch dieſe Wärme ausgedehnt, letztere zu den Höhen entführt, und alles Uebrige gleich geſetzt, wird ſolche Wärmeentführung in gleichen Zeiten um ſo größer ſeyn, je vielſeitiger und je vielfacher die Luftberührung ſtatt hat und wechſelt, und je mehr die Reinheit (das Freiſeyn von Dunſt- Rauch und Staub) der Luft das Aufſchnellen der erwärmteren leichteren und das Nachſinken der zu den Seiten befindlichen kälteren und ſchwereren Gaſe begünſtigt. Hochländer und Berge werden daher z. B. durch Wärmemittheilung eher abkühlen als tiefe Ebenen, weil letztere unten und zu den Seiten von: die Wärme nur ableitenden (aber nicht durch Mittheilung entführende) Materien umgeben erſcheinen, und Entwärmung durch Mittheilung und durch Entſtralung nur oberwärts zu erleiden haben, Berge hingegen auch nach den Seiten hin auf letzteren Wegen Wärmeverluſt erleiden*).

---

*) Böckmann's Verſuchen zufolge erhöht Elektriſirung beim Wismuth die Ableitung der Wärme und verlangſamt (im

§. 176.

Für die fühlbare Luftwärme ſelbſt giebt es übrigens auſſer denen ſchon im I. Bande (225, 297 ff.) erwähnten Quellen noch einige, die im Ganzen genommen zwar wenig bedeutend erſcheinen, hingegen einzelörtlich mehr oder weniger merkbare Veränderung der Erdatmosphäre hervorzubringen vermögen. Einem hieher gehörigen längſt bekannten Wärmegeſetz gemäß, wird nicht nur überall ein größeres oder geringeres Uebermaaß zuvor empfundener Luftwärme wahrgenommen, wenn Materien aus dem dehnſamen Zuſtande in den der minder ausgedehnten Raumerfüllung (vom gaſigen zum tropfbaren oder ſtarren) übergehen, ſondern auch überhaupt genommen: wenn Flüſſige erſtarren; gleichviel, ob ſie dabei an Raumerfüllung verlieren oder gewinnen; nur daß im erſteren Falle das Uebermaaß der neu empfundenen Wärme größer iſt, als im letzteren. Solches (theilweiſe) Erſtarren findet z. B. auch ſtatt, wenn Regen in trockne Erde eindringt, und wenn ſchon die Umwandelung gaſigen Waſſers in Tropfbares (oder Starres; nämlich Schnee) mit Wärmefreilaſſung verknüpft war, ſo wird der Regen die Luft noch mehr erwärmen, wenn er auf ſehr trocknen Boden fällt und in denſelben dringend, zum Theil in ſtarres (Kryſtalliſations-) Waſſer, oder wenigſtens in relativ unverſchiebbares Adhäſionswaſſer übergeht; denn ſchon das Verdichten des Waſſers (und der mit dem Waſſer zugeführten Luft) durch Haftziehung — macht Wärme frei*); m. Experimentalphyſ. II. 553 ff. und 626 — 633. Unter ähnlichen Bedingungen, muthmaaßlich in

*) Vergl. Pouillet's Verſuche; Gilbert's Ann. 1823. St. 4.

Allgemeinen) die Abkühlung; hienach werden Gewitterwolken länger gleichmäßig warm (mehr temperaturbeſtändig) bleiben, als ſchwach elektriſirtes Gewölke, und ſie werden dieſer ihrer Temperaturbeſtändigkeit gemäß durch Wechſel in den Temperaturen ihrer Umgebungen weniger abgeändert erſcheinen, als gewöhnliche Wolken; m. Experimentalphyſ. II. 596.

in Verbindung mit Entziehung gebundener (Vergaſungs-) Elektricität, erhitzt ſich der Platinſchwamm und deſſen Vertreter, während ſie chemiſch ungleichartige Gaſe verdichten, und dadurch zu Gemiſchen ſich vereinigen machen (m. Theorie der Polytechnochemie II. 86 Anm.); es iſt möglich, daß vulkaniſche Aſche, während ſie als Staubwolke die Luft erfüllt, und daß jede Art von Rauch, ſo lange derſelbe in niederen Luftſchichten ſchwebt, Aehnliches leiſtet und ſo für die Luft zur örtlichen Wärmequelle wird, nicht nur, weil ihre Theilchen durch Sonnenlicht ſtärker erhitzt werden, als die Gaſe der Luft, ſondern auch, weil ſie letztere mehr oder minder verdichten; es iſt keine unbeträchtliche Menge, in welcher tägtäglich Rauch (zumal Ruß-haltiger) von der Erdoberfläche aufſteigt, und es giebt Zeiten, in denen durch Regen und dergleichen nur wenig wiederkehrt von dieſen Rauchtheilchen zur Erde, und durch Winde nicht ſehr Bedeutendes davon verweht wird; in ſolchen trocknen, wenig Luftbewegten Zeiten, können die ſich von Stunde zu Stunde häufenden Rauchtheilchen für die Erwärmung der Luft allerdings Ungewöhnliches leiſten. Dergleichen wird um ſo eher wahrnehmbar werden, je geringer die Wärmefaſſungsfähigkeit der Luft iſt, mithin je niedriger der Ort liegt, wo die Wahrnehmung oder Beobachtung gemacht und angeſtellt wurde; denn mit der Höhe des Ortes (d. i. mit der Zunahme ſeines ſenkrechten Abſtandes von Meeresfläche) nimmt auch die Verdünnung, und damit die Wärmefaſſung, und hiemit die Kältung der ihn bedeckenden Luft zu; weshalb Orte, die unter gleicher geographiſcher Breite liegen, dennoch hinſichtlich ihrer Luftwärme (und damit auch der Bodenwärme) abgeſehen von ſonſtigen Verſchiedenheiten (und namentlich auch vom geographiſchen Längenunterſchied; I. 270 ff. 213 ff.) ſehr von einander abweichen können, wenn ſie hinſichtlich ihrer ſenkrechten Abſtände von Meeresfläche ſehr von einander fernen; I. 366 ff.

§. 177.

Während die Wärme auf alle phyſiſche Beſtandtheile der Luft dehnend wirkt, ſey es, indem ſie die Abſtoßung der Gastheilchen erhöht, oder in ſofern ſie die Cohäſion (Tropfenbildungs-Ziehung) der Dunſtbläschenhüllen und die Cohärenz (Erſtarrungs-Ziehung) der Staubtheilchen ſchwächt, ſcheint hingegen die Elektricität (ſowohl das ſog. + E, als das ſog. — E) vorzugsweiſe dort merkliche Luftdehnung zu vermitteln, wo ſie Dunſtbläschen vorfindet, denen ſie ſich, als ſie anziehende Leiter, mittheilt; obgleich ſie auch in trockner Luft, ſoferne dieſe nur Waſſergas enthält, bald größeres, bald geringeres (und als Blitz zum Oeftern auffallend ſtarkes) Dehnen der atmosphäriſchen Gaſe herbeiführt. Wie ſie hiebei eigentlich wirkt, iſt durch Verſuche noch nicht entſchieden; wir wiſſen nur, daß waſſergashaltige Lüfte durch elektriſche Funken ausgedehnt werden, und daß einige dieſer Lüfte dabei chemiſche Aenderungen erleiden (Chlorluft, oder ſog. oxydirt ſalzſaures Gas, z. B. in Salzſäuregas und Sauerſtoffgas verkehrt wird, daß waſſergasreiche Hydrochlorluft, d. i. gaſige Salzſäure, hingegen unter gleichen Bedingungen zwar bedeutend an Raumumfang gewinnt, aber ohne dabei beträchtlich von Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas verunreinigt zu werden ꝛc.;) auch daß künſtlicher Regen mittelſt durch ihn ausſtrömende Elektricität in kleinſte (leuchtende) Tröpflein zerſtiebt und künſtliche Nebelbläschen auf gleiche Weiſe ſehr beträchtlich von einander entfernt werden, aber wir vermögen zur Zeit noch nicht zu beſtimmen: ob ſolche Dehnung Folge elektriſcher Erwärmung (einigermaaßen ähnlich jener, welche Bunze beobachtete; m. Experimentalphyſik II. 99), oder der durch gleichnamige Ladung erzeugten Abſtoßung der leitenden Dunſtbläschen (a. a. O. I. Cap. V. und dieſes Lehrb. I. 27) ſey oder ob dabei ſtets etwas Waſſer in ſeine gaſigen Beſtandtheile zerlegt werde, welche ſich dann der Beobachtung entziehen, weil ſie in zu geringen Mengen gegeben erſcheinen, um von Sei-

ten des einen dieſer Gaſe, (des Oxygen) rückſichtlich der dadurch entſtandenen, ſehr wenig betragenden Vermehrung des atmosphäriſchen Sauerſtoff's bemerkt werden zu können, und um von Seiten des anderen (des Hydrogen) nachweisbar zu werden, da dieſes Gas ſchon bei 18facher Verdünnung (durch den elektriſchen Funken) nicht mehr entzündet werden kann; m. Experimentalphyſik II. 263. Daß Anhäufung der Luftelektricität Wärmung und Dehnung der Einzelgaſe (und unter dieſen hauptſächlich des trocknen Waſſergaſes) herbeiführe, dafür ſcheint zunächſt zu ſprechen die den Gewittern vorangehende Schwüle (die jedoch zum Theil einer eigenthümlichen Einwirkung auf unſere Haut und Reſpirationsorgane, und vermittelſt derſelben auf unſere Nerven ihren Urſprung verdankt; gleich wie man ſehr beträchtliche Hautwärme fühlt, an Körpertheilen: die einige Zeit hindurch in Kohlenſäuregas tauchen, ohne daß dieſes Gas eine ſolchem Hitzgefühl entſprechende thermometriſche Wärme zeigt) und jenes Steigen des Barometers, welches dieſe Schwüle verkündet, und welches bald darauf (ſchon mit den erſten Entladungen der fernſten — höchſten — Gewitterwolken) in plötzliches Sinken überſchlägt. Indeß trägt auch die dem Ausbruche des Gewitters gemeinhin vorangehende Windſtille und Ruhe der Luft (die beim Ausbruch ſogleich in mehr oder weniger ſtarkes Luftwogen und Stürmen übergeht) zu jener Schwüle in ſofern das Ihrige bei, als wehende Luft gewöhnlich (Ausdünſtungs-Vergaſung befördernd) kühlt. Jene Luftſtille ſelbſt aber iſt zum größeren Theile Folge der elektriſchen Spannung der Wolken (unter ſich und der Erdoberfläche) und des dadurch erzwungenen Beibehaltens der Anziehungsrichtung, der ziehbaren (Luft-) Theilchen; hört dieſe Ziehung auf, ſo iſt damit auch das Hinderniß der gewöhnlichen Luftbewegung hinweggenommen, und dieſe bricht nun, (kraft der Elaſticität der Luft) bis dahin durch Widerſtand von Seiten der elektriſchen Ziehung gehemmt, als ungleiche Seitendruckgewalt um ſo gewaltſamer los.

§. 178.

Wenn es faſt keinen Naturproceß giebt, von dem man nicht ſagen kann: er erfolgt nur bei beſtimmten Temperaturen, und wenn demnach die Wärme überall als das die Naturthätigkeit allgemein Bedingende erſcheint, ſo läßt ſich ſolche Entſtehungs- und Wirkungsbeziehung mit nicht geringerer Befugniß von Seiten der Luftelektricität erwarten, als dergleichen ſchon die künſtliche Entwickelung der elektriſchen Wirkſamkeit zur Genüge verräth: denn während keine Aenderung in der Berührung, kein Miſchen und Entmiſchen, kein Entwickeln, Sich-Behaupten und Zerſtören der Lebweſen (oder keine Lebens-, Sterbens- und Verweſungserſcheinung) kein Geſtalten und Entſtalten, und überhaupt weder eine Auſſen- noch Innenänderung raumerfüllender Dinge ſtatt hat, ohne daß Wärme dabei mitwirkte, und Temperaturen dabei verändert würden, ſo läßt ſich auch keine einzige Naturveränderung namhaft machen, bei welcher es ſich nicht von Störungen und Wiederherſtellungen des ſog. elektriſchen Gleichgewichts (Polariſirung des 0 E zu + E und — E und Polausgleichung beider E zur Unentſchiedenheit und damit zur Unwahrnehmbarkeit des 0 E) und von Mitwirkungen dieſer Störungs- und Herſtellungsverhältniſſe handelte, und wenn ſchon die künſtlichen Erſcheinungen der Reibungselektricität auf einen innigen Zuſammenhang des Wirkenden in den Wärme- und Elektricitäts-Thätigkeiten hinweiſen (ſo lange die zu reibenden Körper einander elektriſiren, werden ſie nicht warm; ſo wie die Reibung Wärme hervorruft, ſchwindet die Elektriſirbarkeit; aber — auch heftige Kältige wirkt der letzteren entgegen; m. Experimentalphyſ. I. Cap. 5. und II. S. 626 ff.), ſo iſt dieſes nicht ſelten noch weit mehr in die Augen ſpringend der Fall: bei den Luftänderungen; zumal bei den Thermo- und Elektrometeoren, und vor allen lehrreich iſt auch in dieſer Hinſicht das weiter unten im 5ten Kapitel näher zu betrachtende Gewitter, ſowohl rückſichtlich der daſſelbe begleitenden Erſcheinungen, als auch

hinſichtlich der daraus entſpringenden übrigen Naturveränderungen und unter dieſen hauptſächlich jener merkwürdigen Beziehungen, welche die Entladungen deſſelben darbieten zu Allem, was im Bereiche ſeiner Wirkſamkeit lebet. Von vielen thierlichen Lebweſen vorempfunden, von den meiſten empfunden (und letzteres faſt von keinem einzigen — ohne Suchen nach Schutz; nicht ſelten in ſichtbare Bangigkeit übergehend) erhöhet es nicht nur deren Lebensfriſche, ſondern vielmehr noch jene der Pflanzen, und in Zeiten, wo die Gewitter einander am ſchnellſten folgen, und in denen ihre Entladungen an Heftigkeit einander zu überbieten ſtreben, in ſolchen Zeiten gedeihet das Leben aller in Entwickelung befangenen Lebendigen am ſchnellſten und am vollkommenſten, und reinigt ſich die Luft in der kürzeſten Zeit von Allem, was — allen athmenden, ſowie denen nur mit der Oberfläche einſaugenden Lebweſen nachtheilig (gewöhnlich in Folge andauernder feuchter Schwüle) in ihr zum Werden und Beſtehen gelangt war; ſey es in Form von Elementarorganismen, verwandt den Infuſorien, oder von gaſigen Ausflüſſen in Fäulniß übergegangener Ausdünſtungen organiſcher Körper *). Letztere dürften wohl nie frei erſcheinen von flüchtigen Alkaloiden und Säuren, ähnlich jenen, welche mittelſt Zerſtöruug durch Hitze künſtlich erzeugbar ſind aus al-

---

*) Die Chemie hat bisher wenig Kunde genommen von dem, was denen Ausdünſtungen der Lebweſen Eigenthümlichkeit ertheilt; meiſtens nur nach dem Gehalte derſelben an einigen bekannten Salzen und Salzbeſtandtheilen fragend (nämlich nach ſalzſaurem, phosphorſaurem, milchſaurem, eſſigſaurem Natron, auch wohl Kali, Kalk und Magnit,) hat ſie bei ihren bisherigen Unterſuchungen dieſer Art faſt ganz auſſer Acht gelaſſen, was den verſchiedenen Ausdünſtungen Eigenthümlichkeit verleihet, wie ſich z. B., abgeſehen vom Waſſer- und Kohlenſäuregehalt, Menſchenhauch vom Thierhauch unterſcheidet? Noch viel weniger hat ſie auf beſtimmte Weiſe gefragt nach dem, was die Luft abändert, abgeſehen von ihrem Sauerſtoff-, Waſſer-, Kohlenſäure und ſpurenweiſe vorhandenem Salzgehalte; vergl. II. 1. Abth. S. 129 und meine Polytechnochemie II. 425 ff.

len Lebweſen, und deren Einwirkung auf höher geſtellte Lebweſen ſich ſelten frei erhalten dürfte vom Vorwurf der Giftigkeit, oder doch der Schädlichkeit; vergl. m. Theorie der Polytechnochem. (Eiſenach 1827—28. I. S. 230ff. u. II. 509). Schon Lichtenberg hielt die Luft, oder vielmehr die in ihr vorhandenen Ausdünſtungen von Pflanzen, Thieren und Menſchen der Gährung fähig, und war nicht abgeneigt: Miasmen und Contagien (und beſondere Krankheiten erzeugende Conſtitutionen der Atmosphäre) von ihr abzuleiten; vergl. auch dieſ. Lehrb. II. 1. Abth. S. 88 ff.

§. 179.

In höheren Luftregionen als jene ſind, in welchen Thermo- und (die meiſten) Elektrometeore ſich in auffallender Weiſe kenntlich machen, zeigen ſich gewöhnlich noch jene (der Zahl nach freilich die geringeren) atmosphäriſchen Lichterſcheinungen (Photometeore), welche wir alltäglich wahrnehmen: z. B. die Abſtufungen in der Farbe und Helle des wolkenloſen Himmels (I. 303 ff.) die Dämmerung (I. 283, 290 und 303 ff.) und jene räthſelhaften Phänomene, welche der Vereinigung von Licht und Wärme, d. i. dem Feuer ihre auffallendſten Merkzeichen verdanken, und die wir daher als Pyrometeore für ſich (in eine beſondere Abtheilung gebracht; welche den Elektrometeoren folget; I. 34) in Betrachtung ziehen werden und die hier nur erwähnt erſcheinen, um das Bereich der Lüfte zu bezeichnen (und damit die Höhen deſſelben), in denen ſie, wenn nicht entſtehen, doch zuerſt wahrgenommen werden; es ſind vorzüglich die Sternſchnuppen und Leuchtkugeln (Feuerkugeln ohne Knall), die in dieſer Hinſicht ſchon hier die genauere Beachtung heiſchen.

§. 180.

Bereits im I. Bande (§. 61 S. 224 u. ſ. f.) wurde erwähnt, wie die Aſtronomen die Höhe der Erdatmos-

phäre aus der Dämmerung berechnet haben *), während Andere jene Höhe durch Berechnung der Verdünnungsgrenze, noch Andere aus jener Entfernung beſtimmten, in welche Schwere und die Fliehkraft der Erde, oder auch die Schwere und die Eigendehnſamkeit (ſpecifiſche Elaſticität) der Luft einander im Gleichgewichte halten (a. a. O.), und daß auf ſolchen Wegen die erſteren jene Höhe beſtimmten zu 9 bis 10 geogr. Meilen, die folgenden zu nahe $7\frac{1}{2}$ Meilen, ferner zu 5682,2.. (oder wenigſtens zu 45) oder nur zu 27,1 (an den Polen) bis 27,5 M. (unter dem Aequator; wo die im Maximo wirkende Fliehkraft die Luft zu beträchtlicheren Höhen hinaufwirbelt, als unter den Polen, denn über den Erdaxen-Endpunkt iſt die Schwunggewalt der Erde = 0); Beſtimmungen, unter denen jene die größere Wahrſcheinlichkeit darbietet, welche ſich ſolchen Höhen am meiſten nähert, in denen noch Erſcheinungswechſel vorkommen, die unbeſtritten der Erdluft ihren Urſprung verdanken; und ſolche ſind die Dämmerung, und die Sonnen-, Mond- und Sternenhelle (Tages- und Nachthelle des Himmels); die Sternſchnuppen und Leuchtkugeln hingegen deuten nur in ſofern auf eine Atmosphäre hin, die höher hinaufreicht als die Dämmerung, das Mariottiſche Geſetz, und die Gleichſtellung von Schwere und Eigendehnſamkeit der Luft ſie berechnen laſſen, als dieſe Pyrometeore — bei muthmaaßlich unbeträchtlichem Umfange (ſo wie auch manche Nordſcheine) doch noch, von ſtarkem Flimmerlicht begleitet, aus Höhen von 50 bis 80 geogr. Meilen geſehen wurden; d. i. aus Höhen, in welche die Subſtanz des Mediums noch als zur Erde gehörend und mithin als eine Atmosphäre gegeben erſcheint, die, obgleich über einhundert Billionenmal dünner als die Luft hier unten, dennoch, wenn auch nicht der umwälzenden, doch

---

*) Obgleich ſich jene Höhe, bis zu welcher die Luft noch Licht zurückwirft, nie genau wird beſtimmen laſſen.

der *fortſchreitenden* Bewegung der ihren Sonnenlauf verfolgenden Erde, an dieſelbe durch die Schwere gekettet, unterworfen bleibt.

1) *Mariotte's* Geſetz (I. 224) zufolge würde die Luft in einer Höhe von 10 Meilen nur noch 156 Milliontel jener Dichte darbieten, welche ſie an Meeresfläche beſitzt, wenn ſie dort einer Merkurſäule (des Barometers) von 28″ 2‴ das Gleichgewicht hält; ſie würde aber in jener Höhe noch eine Merkurſäule von $\frac{1}{10}$ Linie zu tragen vermögen. Angenommen ihre Dichte ſey, erdabwärts, während ſie das Hängenbleiben des Merkur bis zur Höhe von 28″ 2‴ bewirkt, *durchaus gleichförmig*, ſo würde, da die *Höhen* ungleich dichter Flüſſigkeiten (wenn dieſelben in zuſammenhängenden Röhren gegen einander drücken) ſich umgekehrt verhalten wie ihre Eigengewichte, ihre Druckhöhe (da das Eigengewicht der Luft bei mittlerem Barometerſtande = 1 geſetzt, jenes des Merkur = 10478 iſt) = 28″ 2‴ . 10478 = 24594 par. Fuß (oder 4099 Toiſen) ſeyn, und *Gay-Luſſac* würde, als er ſich im September 1804 mittelſt eines Luftballons zu einer Höhe von mehr denn 3000 Toiſen erhob, nicht mehr ſehr ferne von dieſer Druckgrenze der Atmoſphäre ſich befunden haben; er ſah aber noch in ſehr beträchtlicher Ferne einzelne Wolken über ſich. Der Ausdehnſamkeit der Luft wegen, iſt aber jener Annahme (der gleichförmigen Dichte) verwerfbar und mithin auch die Druckgrenze nach derſelben gar nicht beſtimmbar, ſondern es fällt letztere vielmehr, wenn das *Mariotte*ſche Geſetz bei großen Verdünnungen keine Beſchränkung erleidet, in jene Ferne hinaus, wo Eigendehnſamkeit der Luft und Schwere einander im Gleichgewichte halten. *Mariotte*, willkührlich annehmend, daß die Luft (in Beziehung auf ihre Dichte an Meeresfläche) nur 4096maliger Verdünnung fähig ſey, berechnete, mit Rückſicht auf das nach ihm benannte Geſetz, die Höhe derſelben zu 7,2 Meilen. Wollte man mit *de Luc* die Verdünnung, welche die Luft mittelſt der beſten Luftpumpe zu erleiden vermag, als eine nicht überbietbare ſetzen, und mithin annehmen: daß die Grenze der Atmoſphäre dort ſey, wo die Luft erdabwärts jene Verdünnung erreicht hat, ſo würde man mit ihm die Höhe bis zu dieſer Grenze (nach ſeiner Formel $x = 60000 \ . \ \log. 764{,}4$ par. Fuß = 7,57 Meilen anzunehmen haben.

2) Wären wir in Kenntniß eines *beſtimmten* Geſetzes der *Wärmeabnahme* für höhere Regionen, ſo würde dieſes auch in den Stand ſetzen, die ſpecifiſche Elaſticität der Luft ſolcher Regionen mit Beſtimmtheit in Rechnung nehmen, und mithin auch die Höhenferne angeben zu können, wo dieſe Elaſticität mit der Schwere ins Gleichgewicht tritt; ſo lange aber jener Forderung nicht Genüge geleiſtet iſt, bleibt auch dieſe Art Grenzbeſtimmung der Atmoſphäre nur ein obgleich ſehr ſcharfſinniger, aber dennoch hypothetiſcher Verſuch. Vergl. *Schmidt's* hieher gehörige Unterſuchungen und Be-

rechnungen (denen zufolge jene Grenze über dem Aequator, gleich 27,5 über den Polen zu 27,1 Meilen hoch hinaustrifft) in Gilbert's Ann. LXII. 310. Denn abgeſehen davon, daß es keinen Augenblick giebt, wo die Luft nicht örtlich gezwungen wird von dem Geſetz ſelbſt (angenommen es ſey gefunden) im Ganzen freilich geringfügige Ausnahmen zu machen, ſchon vermöge des ſteten Wechſels innerhalb der Subſtanz ihrer einzelnen Hüllen, ſcheinen bisherige Beobachtungen allerdings der Vorausſetzungen das Wort zu reden: daß die Wärme in einer arithmetiſchen Reihe abnimmt, bei der man, nach v. Humboldt, für eine Höhenentfernung von 121,1 Toiſen die Wärmeabnahme = 1° R. (I. 316) rechnen darf. Hienach beträgt die Höhe der Atmosphäre über die Aequatorialgegend der Erde, wo bei dem mittleren Barometerſtande von 337''',3 pariſ. der mittlere Thermometerſtand gleich + 22°,4 R. iſt: 27631 Toiſen = 7,26 geogr. Meilen, hingegen für Orte der Erdoberfläche, an denen bei demſelben mittleren Barometerſtande die mittlere Temperatur = 0° R., jene Höhe nur 25128 Toiſen, oder 6,6 geogr. Meilen. Nimmt man hingegen an, daß die Minderung der Luftwärme im Verhältniß mit der jedesmaligen Temperatur ſtatt hat, ſo giebt die Berechnung die Höhe der Atmosphäre für 28''1,3''' Barometerſtand und 22°,4 R. Luftwärme zu 104975 Toiſen, oder 27,6 geogr. M. und bei demſelben Luftdruck und 0° R. Luftwärme 103518 T. = 27,2 g. M. Die Vorausſetzungen und mathematiſchen Folgerungen, die zu dieſen Ergebniſſen führen, findet man bei Schmidt in Gilbert's Ann. 1819. S. 7. Da die Schwerkraft unter dem Aequator geringer iſt, als unter den Polen (ſowohl in Folge der unter dem Aequator ſtatt habenden größten Schwunggewalt der Erde, als auch vermöge der, gemäß der Abplattung ſtatt habenden größeren Entfernung der Erdoberflächenpunkte der Aequatorialgegend vom Schwerpunkt der Erde, verglichen mit der Entfernung der Oberfläche der Polargegend; m. Experimentalphyſ. I. 181), ſo wird auch der Druck, den jede in gleicher Erdentfernung gegebene Luftſchicht über der Aequatorial- und über der Polar-Erdoberfläche von der aufliegenden Luft erleidet ungleich, und in der erſteren Gegend geringer als in der letzteren ſeyn, und da nun (Mariotte's Geſetz gemäß) der Raumsumfang der Gaſe dem ſie treffenden Drucke umgekehrt proportional iſt, ſo müſſen ſich die Luftſchichten über der Aequatorialgegend, bei gleichem abſolutem Drucke mit denen über der Polargegend, zu einer größeren Höhe erheben. Setzt man hiebei Gleichheit der mittleren Temperatur für die ganze Atmosphäre (z. B. 0° R.) voraus, ſo läßt ſich das Verhältniß der Höhen der Atmosphäre unter verſchiedenen geogr. Breiten aus dem Verhältniß jener Coefficienten, welche in die Formel für die barometriſchen Höhenmeſſungen eingehen, ableiten, wonach dann die Höhe der Atmosphäre über der Aequatorialgegend um 0,0054 größer als unter den Polen (und um 0,0032 größer als unter der Breite von 50°) iſt; Schmidt a. a. O. und Naturl. II. 736.

3) Jener Zuwachs, welchen die Lufthöhe unter der Aequatorial-

gegend durch die größere Entfernung von Erdſchwerpunkt erhält (entſprechend dem Unterſchiede der Größe des Halbmeſſers des Aequators von 3271691 Toiſen und der halben Erdaxe zu 3260964 Toiſen = 2,817 geogr. Meilen (die Meile zu 3806, 7852 Toiſen angenommen) beſtimmt ſich gemäß der dieſer Entfernung entſprechenden Schwereverminderung, die für die ſenkrechte Höhe x über dem Niveau des Meeres, wenn r der Halbmeſſer der Erde, den Theil $\frac{2x}{r}$ der Schwere giebt, was für 500 Toiſen $\frac{1}{3268}$ beträgt. Uebrigens vermehrt ſich die Dichte der Luft bei gleichem Drucke nicht nur mit der zunehmenden Kälte (und mindert ſich umgekehrt durch die, die Dehnkraft der Luft ſteigernde Wärme), ſondern auch mit der wachſenden Trockniß; die Dichtigkeitsminderung durch Feuchtigkeit beträgt nach d'Aubuiſſon im Mittel beiläufig 0,0029 der Dichte der Luft; mit der Wärme wächſt aber häufig die Luftfeuchte.

4) Da der Druck auf die einzelnen Luftſchichten in einer geometriſchen Reihe abnimmt, wenn dieſe Schichten in einer arithmetiſchen Reihe zunehmen, ſo muß daſſelbe Geſetz auch gelten für die Barometerhöhen, für die Spann- oder Dehnkräfte und Dichten an den entſprechenden Luftſtellen, und da ſich jene Glieder einer arithmetiſchen Reihe, welche denen einer geometriſchen entſprechen verhalten: wie die Logarithmen der letzteren, ſo verhalten ſich auch die Höhen gegebener Luftſchichten und damit der dieſen entſprechenden Beobachtungsorte — umgekehrt wie die Logarithmen der Barometerhöhen an dieſen Orten; vergl. m. Experimentalphyſ. a. a. O. Hierauf beruht das barometriſche Höhenmeſſen. Es ſey die Höhe jeder Luftſchicht eine Toiſe und die Luftdichte nehme mit jeder Toiſe im Verhältniß 1:n ab; es ſey ferner die Barometerhöhe an einem untern Stande H, an einem obern h, ſo iſt von oben herab am Ende der erſten Toiſe die Barometerhöhe hn, am Ende der zweiten Toiſe hn^2, an dem der xten hn^x. Liegt nun der untere Ort x Toiſen unter dem obern, ſo iſt mithin $hn^x = H$ und $\log. h + x \log. n = \log. H$. $\frac{1}{\log. n}$ iſt eine beſtändige, durch die Beobachtung beſtimmbare Größe, die wir C nennen. Da wir $C = \frac{x}{\log. H - \log. h}$ haben, ſo muß ſich, wenn die Höhen mehrerer über einander liegender Schichten gemeſſen und an dieſen Orten die Barometerhöhen beobachtet worden ſind, daraus der Werth von C, d. i. der barometriſche Coefficient finden laſſen. De Luc's zahlreiche Beobachtungen gaben dafür, bei einer Temp. von $16\frac{3}{4}$ Grad R. 10000 Toiſen, alſo $x = 60000 (\log. H - \log. h)$ in pariſ. Fuß. — Indeß iſt durch die Art, wie de Luc das Thermometer beobachtete, die Ausdehnung der Luft durch die Wärme etwas zu klein und die Normaltemperatur um einige Grade zu hoch angeſetzt, nämlich (ſtatt 13°5 R. für eine ſchwere feuchte und 14°43 R. für

trockne Luft) zu 16,75 R.; daher giebt ſeine barometriſche Regel (die Vorſtehendem gemäß lautet: drücke beide auf einerlei Temperatur zurückgeführte Barometerſtände in gleiche Maaßtheile, z. B. in Linien oder Zehntellinien aus, nimm die zu beiden Linien-Zahlen gehörenden Logarithmen aus den logarithmiſchen Tafeln, ziehe den kleineren vom größeren ab und multiplicire den Unterſchied beider mit 60000) den Höhenunterſchied faſt um $\frac{1}{50}$ vom wahren Höhenunterſchiede abweichend an. Nach Ramond beträgt der barometriſche Coefficient für die Temp. von 0° R. 56448 und nach d'Aubuiſſon 56372,5 par. Fuß. Bei wirklichen barometriſchen Höhenmeſſungen iſt übrigens noch zu berückſichtigen a) der Einfluß der Luftwärme, den das Thermometer im Freien mißt, nämlich frei hängend in der Luft; jedoch geſchützt gegen Wind und direct einfallendes Sonnenlicht. Da gemeinhin die Abnahme der Luftwärme ſich verhält, wie die Zunahme der Höhen, ſo nimmt man, ohne auffallend zu fehlen, aus den beobachteten Wärmegraden beider Standpunkte (am zuverläßigſten aus der mittleren Temperatur — vergl. I. 320 — des „niederen" und aus der mittleren Temperatur des ſenkrecht darüber befindlichen, in Abſicht auf Entfernung zu beſtimmenden „höheren" Standpunkts) das arithmetiſche Mittel und betrachtet den zugehörigen Temperaturgrad als den Ausdruck der gleichförmigen Wärme der ganzen Luftſäule; iſt dieſer Temperaturgrad nun kleiner als 16°,45 R., ſo zieht man für jeden Grad weniger von der berechneten Höhe $\frac{1}{215}$ und ſetzt derſelben für jeden Grad mehr $\frac{1}{215}$ zu; b) der Einfluß der Ungleichheiten des Luftdrucks für denſelben Ort zu verſchiedenen Zeiten; wo es möglich, ſoll man daher für beide Standpunkte (den niederen und höheren) die mittleren Barometerſtände ſtatt der nur einmal, oder nur einige Mal beobachteten in Rechnung nehmen; je größer die Zahl der innerhalb langer Zeiträume (mehrerer Jahre) genommenen einzelnen Beobachtungen iſt, aus denen man hier, wie bei Beſtimmung mittlerer Lufttemperaturen das arithmetiſche Mittel nahm (indem man z. B. täglich aus den höchſten und tiefſten Barometerſtänden das Mittel nimmt, und aus dieſen Mitteln wiederum das jährliche zwiſchen dem höchſten und tiefſten täglichen, und ſo aus den tiefſten und höchſten jährlichen das 10-, 25- ꝛc. jährliche ꝛc.; oder man ſummirt die an einem Orte lange Zeit hindurch fortgeſetzten Beobachtungen und dividirt die erhaltene Summe durch die Zahl der Beobachtungen), um ſo mehr nähert ſich der dadurch erhaltene Barometerſtand jenem, der eintreten würde: wenn der Luftdruck für den höheren (ſeinem ſenkrechten Abſtande nach zu beſtimmenden) Standpunkt nur vermindert erſchiene — gemäß der, dem ſenkrechten Abſtande (in Folge des Mariotte'ſchen Geſetzes entſprechenden, normalen Luftverdünnung (ſiehe oben S. 40 ff.) und wenn keine ſtörende Urſache Abweichungen von dieſer normalen Luftdruckverminderung bewirkt hätte; m. Experimentalphyſ. I. 334 und 340; c) der Einfluß der Merkurwärme, ſofern er die Dichte des Merkur in der Barometerröhre, und damit der Gegendruckgröße (und mithin ihren Höhen- oder Tiefenſtand) ändert. Das Thermometer am Barometer für dieſen Fall,

wie für jede Barometerbeobachtung weiſet die zur Beſtimmung dieſes Einfluſſes nöthigen Temperaturgrade nach. Nach de Luc dehnt ſich das Merkur vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt um $\frac{1}{54}$ oder um 0,0185, anderen Beobachtern zufolge um $\frac{1}{57}$ oder um 0,0175 aus; es beträgt daher für jeden Grad der 80 theiligen Skale, nach de Luc's Beſtimmung die Ausdehnung der Merkurſäule $\frac{1}{4320}$ (für die 2te Angabe: $\frac{1}{4560}$) uud für jeden Grad der Centeſimalſkale $\frac{1}{5400}$ bis $\frac{1}{5700}$ (nach Dulong und Petit $\frac{1}{5550}$ ſ. weiter unten; d) der Einfluß der Capillarität der das Merkur einſchließenden Glasröhre. Die, richtiger Beobachtungen wegen am längern Schenkel wenigſtens oben, beim kürzeren durchgängig gleich weite Barometerröhre wird, nach Maaßgabe ihrer Weite das Merkur in derſelben, in Folge der Capillarität (m. Experimentalphyſ. I. 335 und 391 ff.) mehr oder weniger niederdrücken; nach Cavendish's Verſuchen beträgt dieſe Niederdrückung für den Stand des Merkur in einer Glasröhre, bei deren Weite von:

$6\frac{3}{4}$; $5\frac{1}{3}$; $4\frac{1}{2}$; 4; $3\frac{1}{3}$; $2\frac{4}{5}$; $2\frac{1}{4}$; $1\frac{7}{10}$; $1\frac{1}{8}$ pariſer Linien.
5; 8; 17; 29; 40; 56; 75; 104; 157 Hundertel einer p. Lin.;

d. h. um ſo viel ſteht in der offenen Glasröhre die Spitze der Wölbung des Merkur (d. i. der Theil der Merkurſäule, von deſſen Horizontalbeſchauung es ſich überhaupt beim Beſtimmen der Höhe der Merkurſäule handelt) unter dem Niveau des Merkur in einer weiten Schale, in das man das offene Ende der Barometerröhre getaucht haben würde, wenn man dieſelbe als Torricelliſche Röhre in Betrachtung nehmen wollte (a. a. O. 330). Es müſſen daher entweder beide Schenkel der beiden Barometer, mit denen man gleichzeitig den Merkurſtand in denſelben am niederen und höheren Orte nimmt, gleichweite Röhren haben, oder man muß den Unterſchied ihrer Gefäßweiten kennen, um bei der Höhenbeſtimmung den Einfluß der Capillarität in Rechnung nehmen zu können; denn nur bei Gefäßbarometern kommt dieſer Einfluß zur Zeit in Anſchlag; ſ. w. u. Abänderungen, welche dieſer Einfluß bei ein und derſelben Röhre und demſelben zugehörigen Gefäße durch Temperaturänderung des Merkur und durch die Art der Bewegung dieſes Metalles erleidet (indem es beim Steigen mit etwas mehr convexer Oberfläche erſcheint, als beim Fallen) ſind in der Regel zu geringfügig, als daß ſie berückſichtigt zu werden brauchten; auch fehlen dafür noch die (ſchwierig zu gebenden) genauen Nachweiſungen; e) der Einfluß der Luftfeuchte. Da nach d'Aubuiſſon die Minderung der Luftdichte durch die Luftfeuchte im Mittel ohngefähr 0,0029 der erſteren beträgt (ſ. oben S. 42), ſo läßt ſich hienach für jeden einzelnen Grad des Hygrometers (Luftfeuchtemeſſers; ſ. weiter unten) das Maaß dieſes Einfluſſes beſtimmen, und darf man bei einer großen Zahl von (ſummirten) Beobachtungen mittlere Luftfeuchte vorausſetzen, ſo kann vorgenannter d'Aubuiſſon'ſche Zahlenwerth dieſes Einfluſſes beim Beſtimmen der Ortshöhe ſelbſt in Ab- oder Zurechnung genommen werden. War daher z. B. die Dichte der trocknen Luft, bei einer

Barometerhöhe von 28 Zoll par. und beim Gefrierpunkt, $= \frac{1}{10463}$ der Dichte des Merkur, ſo wird ſie mit Berückſichtigung der Minderung durch Feuchte nur $= \frac{1}{10495}$ (und in Beziehung auf Ramond's Beobachtungen wird der barometriſche Coefficient — 56430 par. Fuß, hinſichtlich der d'Aubuiſſon'ſchen 56358 par. F.; ſ. weiter unten) ſey. Eine zweite Art „Einfluß der Luftfeuchte" trifft das Merkurmetall ſelbſt, ſo wie durch deſſen Vermittelung auch die Länge des zur Torricelliſchen Leere gehörigen Hohlraums, oberhalb des Merkur im längeren Schenkel des Barometer. Es ſaugt nämlich das Merkur allmälig jene Gaſe, und vorzüglich auch das Waſſergas ein, welche das Metall im kürzeren offenen Schenkel der Barometeröhre berühren, und zwar um ſo ſchneller, je reiner es in dieſer Hinſicht war; d. h. je kürzer die Zwiſchenzeit dauerte vom Auskochen des Merkur in der Röhre vor dem Gebrauche bis zum Gebrauche des Inſtruments. Dieſer Einfluß tritt langſamer ein bei engen Barometerröhren, als bei weiten, und um ihn zu beſeitigen, bleibt nichts übrig: als von Zeit zu Zeit die gefüllte Barometerröhre umzukehren und ſo lange zu erwärmen, bis ein gegen die Oeffnung des kürzeren Schenkels gehaltenes klares Glasplättchen, das etwas kühler iſt als die umgebende Luft, nicht mehr mit ſichtbaren Waſſerdunſt beſchlägt. Stellt man zur Winterszeit ein Barometer umgekehrt von Zeit zu Zeit in die Nähe eines heißen Stubenofens, ſo daß das Thermometer am Barometer 40 — 50° C. zeigt, und läßt es in ſolcher Lage ½ Stunde lang, ſo pflegt es hinreichend auszutrocknen, um zu neuen genauen Beobachtungen wieder brauchbar zu ſeyn. Beim Umkehren darf übrigens kein Luftbläschen in die Torricelliſche Leere kommen, und fällt dabei Merkur aus dem kürzeren Schenkel, ſo muß dieſes ſorgfältig geſammelt, nach der Herſtellung der normalen ſenkrechten Schwebe des Barometers in einem Glaskölbchen bis zum Sieden erhitzt, das Kölbchen dann ſogleich verſchloſſen und nach dem Erkalten des letzten das Merkur wieder in den kürzeren Schenkel gebracht werden. Bei einem nach Gay-Luſſac's Vorſchlag eingerichteten Heberbarometer, kann beim Umkehren kein Merkur herausfließen, indeß muß man auch bei dieſem Barometer dahin ſehen, daß der kürzere Schenkel lang genug iſt, um ſo viel Merkur faſſen zu können, daß man das Inſtrument umkehren kann, ohne der Gefahr zu begegnen: Luftbläschen in die Torricelliſche Leere zu laſſen. Es unterſcheidet ſich dieſes Barometer von den gewöhnlichen dadurch, daß der kürzere Schenkel oben ebenfalls verſchloſſen iſt; nur in der Mitte, in gehöriger Entfernung auch beim tiefſten Barometerſtande vom Merkurſpiegel, findet ſich eine kleine Oeffnung, durch die zwar Luft ein und ausfließen, und mithin auch ihr Druck fortdauernd wirken, aber, wegen der Capillarität, kein Merkur herausfließen kann. Auſſerdem iſt der längere Schenkel in ſeinem unteren Theile nur ſo lang verengt, als die Höhe des ganzen kürzeren Schenkels beträgt. Dieſes ſetzt in den Stand, das Inſtrument ſenkrecht umzukehren, ohne daß Luft in den längeren Schenkel kommt, und da letzterer hiebei zugleich vollkommen mit Merkur gefüllt wird, ſo läßt ſich dieſes Barometer auch ohne ſtarkes Gegenſchlagen der Merkurſäule gegen

das, ſonſt einſeitigem Luftdrucke unterliegende und daher ſehr leicht zerſprengbare Glas der Torricelliſchen Leere transportiren, eignet ſich jedoch nur unter den ſpäterhin anzugebenden Abänderungen zum Reiſe-Barometer; m. Experimentalphyſ. I. 337. Uebrigens gelten beim Höhenmeſſen und jeder anderen Barometerbeobachtung folgende wohl zu beachtende Regeln: α) die Röhre muß vollkommen lothrecht hängen; β) das Auge des Beobachters muß mit dem höchſten Punkt des Merkur in derſelben Horizontalebene ſich befinden; γ) man muß kurz vor der Beobachtung an die Röhre etwas ſchlagen, um die Beweglichkeit des dem Glaſe anhängenden Merkur zu erhöhen. In gut ausgekochten Barometern ſchlägt das Merkur beim Neigen mit helllautendem Schlage an. Das Barometer ſelbſt muß übrigens aus einer überall gleiche Durchſichtigkeit, gleiche Glätte (zumal inwendig) und bei den nicht nach Gay-Luſſac's Einrichtung gefertigten Inſtrumenten auch gleiche (3½ Linien) Weite darbieten, und auch beim höchſten Merkurſtande noch 2—3 Zoll Torricelliſche Leere behalten, ſo daß, wenn auch beim Transporte ein Luftbläschen in dieſelbe kommen ſollte, dieſes doch nur von geringer Wirkung ſeyn kann; ſeine Gradleiter (Skale) muß nach irgend einen bekannten (gewöhnlich nach Pariſer) Längenmaaße genau eingetheilt, der Glasröhre genau parallel angebracht, und, Behufs der Merkbarmachung kleiner Längentheile, mit einem der Skale vollkommen parallel beweglichen 21 Linien der Skale in 20 gleiche Theile abtheilenden, alſo 0‴,05 angebenden Nonius, ſo wie Behufs der Wärmemeſſung des Inſtruments mit einem lothrecht befeſtigten Thermometer, und wenn's ſeyn kann, auch mit einem guten, an demſelben Brette befindlichen Hygrometer verſehen ſeyn. Bei Reiſebarometern pflegt man nicht den längeren, ſondern den kürzeren Schenkel der heberförmigen Glasröhre unten (einige Zoll vom tiefſten Punkte) zu verengen und denſelben mit einem Sperrer oder Embolus zu verſehen; dieſer beſteht aus einem cylindriſchen Fiſchbeinſtäbchen, deſſen unteres Ende mit Garn umwickelt worden oder mit einem Korkſtöpſelchen verſehen iſt, letzteres ſo zugeſchnitten, daß es genau in die Verengung der Röhre des kürzeren Schenkels paßt, und mithin, wenn durch Umkehren das Merkur den ganzen längeren Schenkel bereits und vom kürzeren den bis noch um etwas in die Verengung laufenden Röhrentheil gefüllt hat, der nun vorſichtig drehend einzuſchiebende Sperrer das Merkur abſchließend, es zugleich vollkommen unbeweglich macht. Beim Transporte, beſonders zu Wagen, bindet man, größerer Sicherheit wegen, um das Herausgleiten des Sperrers zu verhüten, deſſen oberes Ende mit einer feinen Schnur an einem dazu am Barometer befindlichen meſſingenen Stift feſt. — Gay-Luſſac's Barometer läßt ſich nur durch Tragen, wobei die ſenkrechte Lage des Inſtruments ſo viel als thunlich geſichert bleibt, transportiren; ändert man es hingegen dahin ab, daß man den kürzeren Schenkel unten ebenfalls verengt, und deſſen oberes Ende nicht zuſchmilzt, ſondern durch einen wohl eingeſchliffenen, mit einem Minimum von Oel beſtrichenen Glasſtöpſel abſperrt, zu Zeiten, in welchen man das Inſtrument nicht transportiren, ſon-

dern demſelben in der Wohnung eine fixirte Lage geben will, ſo kann man es ſofort in ein bequemes Reiſebarometer verwandeln, wenn man vor dem Transporte den Glasſtöpſel herauszieht und ſtatt deſſen den Embolus einſchiebt. — Die Skale des Reiſebarometers iſt am zweckmäßigſten (der Barometerröhre genau parallel) mittelſt feiner und genau gearbeiteter Verzahnungen und Getriebe auf und nieder beweglich; will man die Skale in halbe Linien theilen, und den Nonius kleinere Theile als 0,05''' z. B. 0''',02 angeben laſſen, ſo muß man auf letzteren eine entſprechende weitere Theilung durchführen; z. B. für den erwähnten Fall 26 halbe Linien der Skale in 25 gleiche Theile auf dem Nonius abtheilen, wo dann aber die Theilſtriche ſo fein und ſo gleichmäßig als möglich zu ziehen ſind. Zweckmäßig iſt es, ein kleines mit der Skale bewegliches Käſtchen anzubringen, um deſſen vier Schrauben ein Menſchenhaar dergeſtalt geſpannt iſt, daß beide in horizontaler Richtung über einander parallel laufende Haartheile, die Oberfläche des Merkur ſcharf abſchneiden und eine Tangente bilden; Wieman a. a. O. Eine Loupe erleichtert das genaue Sehen und Einſtellen der Skale und der Theilung des Nonius in Beziehung auf Merkurhöhe. Gefäßbarometer ſind zur Benutzung als Reiſebarometer zwar bequemer (ſchon darum, weil man deren Futteral leicht die Stockform geben kann) aber es hat die oben S. 44 bemerkten Fehler, bedarf der Correction wegen der Capillarität, und will man es in Anwendung bringen, ſo muß man deſſen Nullpunkt ſtets nach einem Heberbarometer berichtigen. Letzteres, wenn es ſonſt die erforderliche Güte beſitzt, ſtellt ſtets beſſer als erſteres dar: eine Wage, mit welcher man Luft gegegen Merkur genau abwiegt; denn in ſolchem Wägen beſteht das Ganze des ſichern Barometerbeobachtens. Ein Mangel bleibt es bei dieſem immer, daß, wenn man es Behufs der Höhenmeſſungen betreibt, man (Luftfahrten nicht ausgenommen; weil man auch bei der ruhigſten Luft nie in ſenkrechter Schwebe bleibt und, in Folge des Erdumſchwungs nicht darin bleiben kann; ſ. oben §. 164 Bem. 1 S. 6) die erforderlichen beiden Beobachtungen (die untere und obere) nie in derſelben verticalen Luftſäule anzuſtellen vermag; indeß kann dieſe Mangelhaftigkeit nur dann zu merklichen Fehlern führen, wenn die horizontalen Entfernungen beider zu befragenden Barometer ſehr beträchtlich ſind; bei mäßigen Horizontalabſtänden und nicht ungewöhnlich bewegter Luft wird die Beweglichkeit ihrer Theile immer hinreichen, dieſe, kraft ihrer Dehnſamkeit für gleiche Abſtände von der Erde ſtets im Gleichgewichte zu halten. Bei der Verfertigung hat man auſſer der Calibrirung der Röhre noch zu halten auf vollkommene Reinheit derſelben *), ſo wie des einzu-

*) Man reinigt die Röhre vor dem Calibriren von Staub u. dgl. am beſten durch Ausſpühlen mit Weingeiſt, d. i. mit derſelben Flüſſigkeit, mit der man auch alle zum optiſchen Gebrauche beſtimmten Gläſer, Metallſpiegel u. dgl. zu reinigen hat. Die

füllenden Merkur (das am beſten aus Zinnober durch Deſtillation deſſelben mit Eiſenfeile, oder aus Aetzſublimat durch Deſtillation mit Kali hergeſtellt wird; minder gut aus dem käuflichen rothen Merkuroxyde; weil dieſes mit rothem Bleioxyd, ſog. Mennige, verunreint ſeyn kann, was dann bleihaltiges Merkur giebt, das, obgleich deſtillirt, dennoch Spuren von Bley mit herüberreiſt; denn es verdampfen Bley, vorzüglich aber Wismuth im Merkurdampfe bei weit niederen Temperaturen, als ſonſt zu ihrer Verflüchtigung erfordert werden, weshalb auch käufliches, blos rectificirtes Merkur zu Barometern durchaus verwerflich iſt), und auf gänzliche Austreibung aller Luft und aller Feuchte aus der Röhre; letzteres bewirkt man dadurch, daß man das Merkur vor dem Eintragen im Glaskolben auskocht, dieſen dann bis zum beginnenden Erkalten verſchließt, wieder öffnet und nun das noch heiße Merkur in die ſtaubfreie, kurz zuvor erhitzte Röhre gießt, und in dieſer nochmals ausſiedet, indem man unter ſtetem Umdrehen der Röhre deren untern Theil über glühende Kohlen eines Kohlenbeckens bis zum Sieden des Merkur erhitzt und hierin nun von Stelle zu Stelle bis zur Krümmung der Röhre fortfährt. Gefahrloſer erfolgt dieſes Erhitzen, wenn man die Röhre in eine durchbrochene Kapſel von Eiſenblech ſchließt, ehe man ſie übers Kohlenbecken hält. Eine lehrreiche „Anleitung zur Verfertigung übereinſtimmender Thermometer und Barometer ꝛc. (Jena 1824. 8.)“ ver-

---

an ſich knoten-, blaſen-, ſtreifen- ꝛc. freie Röhre erſcheint vollkommen gereinigt, wenn ſie in horizontaler Richtung durchblickt, gleiche Durchſichtigkeit darbietet, z. B. einen polirten reinen Stahlcylinder, den man in die Röhre geſteckt hatte, in allen Höhen gleich rein erblicken läßt. Etwas Rehleder an einem glatten, roſtfreien Drath befeſtigt und in den Weingeiſt getaucht, dient als bequemes Mittel letzteren zum Abwiſchen der Innenwände (was dem Ausſpühlen der Röhre vorangeht) in Anwendung zu bringen. Zum Calibriren bedient man ſich eines genau in die Röhre paſſenden, nur wenig koniſchen Korkſtöpſelchen von überall gleicher Maſſe, das ein Drath genau anſchließend durchbohrt, um es durch denſelben auf und nieder bewegen zu können. Zuvörderſt ſtößt man es mittelſt demſelben bis zu dem einen Ende der noch ungebogenen Röhre, daſſelbe dadurch verſchließend; gießt nun 1 Zoll hoch Merkur darauf und zieht den Stöpſel nach und nach immer um einen Zoll höher; füllt das Merkur überall den Raum von 1 Zoll genau aus, ſo iſt die Röhre gleichweit; oder man verſchließt das eine Ende der Röhre durch einen undurchbohrten, oben vollkommen ebenen Stöpſel, gießt 1 Loth Merkur darauf, mißt die Höhe deſſelben, gießt wieder eben ſo viel hinzu und ſo fort, jedesmal die Höhen meſſend und vergleichend; waren die Höhen bei gleichen Merkurmengen ungleich, ſo iſt auch die Röhre ungleich weit.

verdanken wir dem wiſſenſchaftlich genau arbeitenden Dr. F. Körner, großherzogl. ſächſ. Hofmechanik. zu Jena. Neuere und neueſte „Anleitungen zum Höhemeſſen mit dem Barometer haben geliefert: F. A. Hegenberg (Unterricht im Höhemeſſen mit dem Barometer ꝛc. Bunzlau 1828. 8.)“ J. G. Wiemann („Anl. z. Höhemeſſen mit dem Barometer ꝛc. Dresden u. Leipz. 1828. 8.)“ Brandes (Art. Höhermeſſen, in Gehler's phyſ. Wörterbuch n. Aufl.) und Gerling („die Höhe Marburgs über dem Meere, aus Barometerbeobachtungen berechnet ꝛc. Marburg und Caſſel 1829. 8.“) Zur Erläuterung des Vorhergehenden entlehnen wir aus des letzteren, als der neueſten hieher gehörigen Arbeit, Folgendes:

a) Das bei ſeinen Beobachtungen benutzte Barometer (aus der trefflichen Werkſtatt des Univerſitätsmechanikus Apel zu Göttingen) wurde einige Monate vor dem Anfang der Beobachtungen wiederholt ſorgfältigſt ausgekocht, und beider Scalen-Theilung ſorgfältig geprüft und berichtigt. Zur Ableſung mit möglichſt geringer Parallaxe bediente G. ſich kleiner Viſire, die aus meſſingenen, an die Nonien gelötheten Rähmchen beſtehen, in deren jedem zwei möglichſt feine, gewixte Zwirnsfäden parallel nebeneinander befeſtigt ſind, welche bei der Ableſung in einer horizontalen Ebene geſehen werden, die den Merkurhügel der Barometerſäule in ſeinem Gipfel berührt. Dieſe Einſtellung iſt, G's Erfahrungen zufolge, zumal wenn bei Licht beobachtet wird, dem Ableſen von geätzten Scalen vorzuziehen, weil letztere, (abgeſehen davon, daß der Gipfel des Merkurhügels ſtets der beweglichſte Punkt in der Säule iſt, man bei geätzten Scalen genöthigt wird: ſich des nicht ganz ſo beweglichen Randes zu bedienen), auch bei möglichſt dünnen Röhren, Wandungen, immer eine optiſche Parallaxe geben. Dieſe läßt ſich zwar ſehr vermindern, wenn man das mit einer Loupe bewaffnete Auge ſtets ſo hält: daß der, dem zu beobachtenden nächſte Theilſtrich der äuſſern Glasfläche, ſein Spiegelbild auf der vom Merkur beſpülten inneren Glasfläche deckt; ganz vermieden wird ſie aber auch dadurch noch nicht, und der Vortheil recht feiner und möglichſt naher Theilſtriche (z. B. von $\frac{1}{10}$ zu $\frac{1}{10}$ Linien), kann, ſo wie durch die Gefahr der Verwechſelung in den Bildern der einzelnen Striche, leicht wieder, wenigſtens theilweiſe aufgehoben werden.

b) Die Hauptquelle von Irrthümern bei Barometerbeobachtungen: die nicht bloß unter ſich, ſondern auch mit jenen Beobachtungen verglichen werden ſollen, welche mittelſt fremder Barometer an anderen Orten gemacht worden, oder die man zur Ableitung des mittleren Barometerſtandes eines Ortes zu verwenden gedenkt, iſt hauptſächlich bedingt durch die Möglichkeit jener beſtändig wiederkehrenden Fehler, welche eintreten müſſen: wenn entweder die Viſire nicht genau den Nullpunkten der Nonien entſprechen, oder wenn der Abſtand der Scalen bei Heberbarometern (bei Gefäßbarometern kann noch eher ein ähnlicher Fehler ob-

walten, ohne daß man ſolchen eben ſo leicht zu entdecken vermöchte, als bei Heber-(Barometern) nicht genau dem angegebenen Maaße entſpricht. Dem erſten Fehler läßt ſich dadurch begegnen, daß man die Nonien ſo einrichtet, daß ſie ſich vertauſchen laſſen; da dann jeder derſelben in der zweiten Lage ſo viel zu wenig giebt, als er etwa in der erſten zu viel angegeben hatte. Hiezu wird nur erfordert, daß die eine Scale auſſerhalb, die andere hingegen innerhalb der beiden Schenkel liege; eine doppelte Ableſung deſſelben Abſtandes muß dann einen beſtändigen Abſehungs- oder Zielſchauungsfehler zum Vorſchein bringen. Man kann aber dieſe Prüfung noch leichter mit der ohnehin nöthigen zweiten Prüfung über den Abſtand der Scale zuſammen vornehmen, wenn man verfährt, wie folgt: Man denkt ſich auf den Schenkeln der Röhre ein Paar gerade Linien gezogen, die auf den Theilſtrichen der Scale ſenkrecht ſtehen, und mithin Parallelen mit jener Verticale bilden, welche durch das zuvor gehörig berichtigte (die Uebereinſtimmung fehlerfreier Hängerichtungen des Barometers ſichernde) Barometer-Senkloth bezeichnet, bei jeder Meſſung zum Grunde liegt. Auf dieſen der ſo eben erwähnten Verticale parallelen Linien, tuſcht man nun an jene Stellen der Röhre, in deren Gegend die Beobachtungen gewöhnlich ſtatt haben, jederſeits 4 Punkte (am beſten auf ähnliche Weiſe, wie Tob. Mayer bei ſeinen berühmten Tuſch-Mikrometern verfuhr, indem er nämlich auf die Stelle, wo der Punkt erſcheinen ſollte, zuerſt einen dicken Tuſchfleck machte, und dieſen dann, nachdem er vollkommen getrocknet, mit einem feinen, in reines Waſſer getauchten Malerpinſel, von den Rändern her, allmälig ſo lange wegwuſch, bis die Loupe keinen Unterſchied von der beabſichtigten Größe, Form und Stellung mehr wahrnehmen ließ), ſtellt dann die Viſire auf dieſe Punkte nach und nach ein und erhält ſo — indem man dabei, wie ſich von ſelber verſteht, jede nachfolgende Beobachtung durch vorgängige Verſchiebung der Viſire von der vorhergehenden unabhängig erhielt — 16 fingirte, mit aller erſinnlichen Genauigkeit an der Scale ſelbſt abgeleſene Barometerſtände. Man mißt hierauf mit einem möglichſt genau und gleichförmig getheiltem Maaßſtabe, 1) die Entfernung je eines oberen Punktes von einem unteren, und erhält ſo 16 Meſſungen der Hypothenuſen der rechtwinklichen Dreiecke, deren Perpendikel jene fingirten Barometerſtände waren, und 2) den Abſtand jener oben erwähnten Verticalen auf den Schenkeln, um die Perpendikel aus Hypothenuſe und Baſis berechnen, und ſomit eine Vergleichung mit den unmittelbaren Ableſungen vermitteln zu können, welche Vergleichung dann die Ueberzeugung gewähren muß, daß auch von dieſer Seite keine Fehler zu befürchten ſtehen. „(Gerling's Barometerröhre iſt auf einem gefirnißten und polirten Brette befeſtigt und ein zweites dergleichen dient zum Deckel, bei etwaigem Transport. Anfänglich hatte ſich das Holz um ein ſehr Geringes geworfen, aber ſeit 16 Jahren war es darauf unverändert geblieben, und mithin hatte, nach der den Beobachtungen vorangegangenen Unterſuchung der Scale, dieſe durch jene Werfung keine nachtheilige Aenderung erlitten.

zu dergleichen Brettern dürfte übrigens am beſten ſich eignen: zuvor wohl ausgetrocknetes und dann in waſſerfreiem Leinöl ausgekochtes dichtes Holz.)

c) Zur Beſtimmung der Temperatur des Merkur diente ein neben der Barometerröhre hängendes Thermometer, deſſen Kugel ein wenig weiter war, als jene Röhre, und deſſen Grad jedesmal unmittelbar vor der Barometerbeobachtung abgeleſen ward. Zur Beobachtung der Lufttemperatur diente ein Thermometer, das wegen ſeiner kleinen Kugel große Empfindlichkeit beſaß, und durch die hölzerne, mit gefirnißtem Papier überzogene Scale, möglichſte Unabhängigkeit von fremden Einflüſſen verſprach.

d) Da Marburgs mittlerer Barometerſtand bei dortiger mittlerer Luftwärme deſſen barometriſchen Höhemeſſung zum Grunde gelegt werden ſollte, ſo bedurfte es der Diviſion der ſummirten Zahlenwerthe durch die Zahl der Beobachtungen. Man verfuhr dabei folgendermaaßen: Zuerſt wurden aus der ſehr ſpeciellen Tafel II. in Garthe's Tabellen für barometriſche Höhemeſſungen (Gießen 1817. S. 105—185) die Reductionen der beobachteten einzelnen Barometerſtände auf 0° R. entlehnt, und dieſelben in drei Spalten für die Morgen-, Mittag- und Abendbeobachtungen eines jeden Monatstages eingetragen und einzeln addirt. Sodann wurden alle Morgen-, Mittag- und Abendbeobachtungen einzeln addirt, und von den drei Summen die drei vorher gefundenen Reductionsſummen abgezogen, und der Reſt durch die Anzahl der Beobachtungen dividirt, zugleich auch aus den im Tagebuch angegebenen Beobachtungsſtunden das arithmetiſche Mittel genommen; wo ſich dann mithin für jeden Monat der mittlere Morgen-, Mittag- und Abendbarometerſtand ergab; daneben wurde die mittlere Zeit der Beobachtung und die Anzahl der einzelnen zu dieſem Ergebniß concurrirenden Ableſungen angemerkt. Das Mittel für den ganzen Monat wurde dann zur Controlle doppelt berechnet; indem einmal aus den ſo eben angeführten Angaben für Morgen-, Mittag- und Abendbeobachtungen mit gehöriger Rückſicht auf ihre dabei angegebene Anzahl wieder das Mittel genommen ward, das andere Mal aber alle Beobachtungen, ſo wie ſie im Tagebuche untereinander ſtanden, addirt wurden, um davon die Summe aller Reductionen abzuziehen und den Reſt durch die Anzahl aller zuſammengezählten Beobachtungen zu dividiren. (Ein ganz ähnliches Verfahren wurde bei den Beobachtungen des im Freien hängenden Thermometers angewandt; nur fiel dieſes, da keine Reduction dabei anzubringen war, etwas einfacher aus.) Die Jahres-Mittel wurden ganz nach denſelben Principien berechnet, jedoch bildete dabei die Grundlage nicht etwa die vorher berechneten Monatsmittel ſelbſt, ſondern (um die Rechnungsergebniſſe von einander möglichſt unabhängig zu erhalten) die zu deren Berechnung gebrauchten Additionsſummen, die daher bei dieſer Gelegenheit eine neue Berichtigungsdurchſicht zu durchlaufen hatten. (Brauchbare Tafeln zur Reduction der bei verſchiedenen

Wärmegraden beobachteten Barometerſtände auf jede beliebige Normaltemperatur, lieferte vor 2 Jahren Dr. M. Weiſe. Wien 1827. kl. 8.)

e) Wegen etwa ſtattgefundener Capillardepreſſion eine Correction anzubringen, wurde bei dem angewendeten Heberbarometer für unnöthig erachtet; theils weil die darüber verhandelten Acten bei weitem noch nicht ſpruchreif genug ſind, um nicht befürchten zu müſſen, daß eine ſolche Correction eher Schaden als Nutzen brächte, theils befolgte G. durch Beobachtung der beiderſeitigen Gipfel des Merkur-Meniscus gerade jene Methode, welche zur Zeit die Vernachläßigung dieſer ſchwankenden Correction am meiſten unſchädlich machen dürfte. Selbſt das durch v. Bohnenberger in den Tübinger naturwiſſenſch. Abhandl. I. 3. S. 389 beſchriebene treffliche Mittel: dieſe Depreſſion durch ein Normalbarometer zu meſſen, ſchien G. fürs erſte noch nicht dahin führen zu können, die fraglichen Correctionen für beliebige Barometer zu berechnen, weil nicht bewieſen iſt, daß ſie bloß Functionen des Röhrendurchmeſſers ſeyen, die Natur des Glaſes aber, ſo wie die Einwirkung der Wärme und Zeit, ſich nicht in Rechnung bringen läßt. Vergl. oben S. 44.

f) Auch von jener, von Laplace bei dergleichen Berechnungen eingeführten Correction ſah G. bei ſeinen Rechnungen ganz ab, welche angenommenermaaßen von der Verminderung der Schwerkraft als Function der zu meſſenden Höhe herrührte (oben S. 41), weil Fries (Lehrb. d. Naturl. I 204 ꝛc. Anm.) die Statthaftigkeit dieſer Correction für ſo unfreie Höhen, als von welchen es ſich bei barometriſchen Höhenmeſſungen der Berge (hingegen nicht bei jenen im frei ſchwebenden, über höchſte Gebirgsgipfel hinaus geſchnellten Luftbällen) handelt, mit triftigen Gründen beſtritten und unter andern gezeigt hat: daß bei dergleichen Correctionen dann auch die Maſſe der Gebirge beſondere Berückſichtigung fordere. (Die Theorie habe aber hier die größte Weitläuftigkeit, weil ſowohl das Gewicht der Luft, als das des Merkur ungleich verändert werde; Fries a. a. O.) Vergl. auch weiter unten Bem. 11. S. 62.

g) Bezeichnet man nun die auf 0° R. reducirte Barometerhöhe mit B, die mittlere Luftwärme mit T, die Polhöhe durch P, die Höhe des Beobachtungsortes (in Marburg) über der Lahn mit h, die Höhe der Lahn (an einer gewiſſen Stelle bei Marburg) über Meeresfläche: wie dieſe, bei ihrer Erweiterung unter Marburg weggehen würde, deren zugehörigen Barometerſtand und mittlere Luftwärme mit b und t, ſo giebt nachſtehende Formel die Anleitung zur Berechnung:

$$H = C\,(1 - a \cos 2P)\left(1 + \frac{T + t}{2c}\right) \log. \frac{b}{B} - h$$

wo a (d. i. der mit der ſphäroidiſchen Geſtalt der Erde zuſammenhängende Coefficient) mit Fries, der ihn (a. a. O.) aus pariſer Pendelbeobachtungen ableitete, = 0,002709 und c den von Schmidt (Hand- und Lehrb. der Naturlehre. Gießen 1826. S. 188) beſtimmten, zwiſchen den Angaben von Deluc, Laplace und Gay-Luſſac das Mittel haltende = 207, C hingegen (nach Ramond; da deſſen bar. Coefficient aus wirklich gemeſſenen Höhen abgeleitet iſt, und, Brandes zufolge: dem mittleren Feuchtigkeitszuſtande der Luft entſpricht; vergl. oben S. 43 und 45) = 56446; b glaubt G. am ſicherſten = $338,_{12}^{L}$ ſetzen zu dürfen; indem er nämlich dieſe Zahl für die Polhöhe von Marburg (50° 48′ 4″) aus dem von Muncke in Gehler's Wörterbuch (n. Aufl. I. Baromet. S. 918) mitgetheilten Täfelchen interpolirt, findet er ſie durch die (a. a. O. citirten) v. Bohnenberger'ſchen Angaben (von 338,00 für das Mittelmeer und von 338,20 für die Nordſee) ſehr gut beſtätigt, wie denn auch damit die von Burkhardt aus Schuckburg's Beobachtungen in England und Italien berechnete mittlere Barometerhöhe nahe übereinſtimmt. Vergl. w. u. Bem. 9. S. 61.

h) Aller angewandten Vorſicht ohngeachtet hält G. noch eine Unſicherheit von $\pm$ 0,15 par. L. für die Barometerbeobachtungen, und $\pm$ 1° R. für die thermometriſchen Beſtimmungen als conſtante Beobachtungsfehler für möglich, was für das berechnete H noch eine auf $\pm$ 13,2 par. Fuß ſich erſtreckendes Schwanken übrig läßt. Auch wäre für die Folge bei barometriſchen Höhemeſſungen der Einfluß des Windes auf den Merkurſtand in Rechnung zu nehmen, was jedoch nur möglich, wenn die Größe dieſes (neueren Beobachtungen zufolge bedeutenden) Einfluſſes näher beſtimmt ſeyn wird, als es bisher der Fall war. G. ſchlägt zu dem Ende vor: an mehreren, rings um einen Berg von mäßiger Größe ſorgfältig abnivellirten Stationen Reihen von gleichzeitigen Barometer- und Thermometerbeobachtungen, verbunden mit Beobachtungen über die Richtung des Windes, durchzuführen.

i) Da endlich jene Unſicherheit, welche aus denen unvermeidlichen und durch zufällige atmosphäriſche Einflüſſe veranlaßten Barometerſchwankungen für H entſpringt, durch die genommenen arithmetiſchen Mittel der täglichen Beobachtungen (auch wenn letztere eine lange Reihe von Jahren fortgeſetzt waren) nur vermindert, aber nicht aufgehoben wird, ſo bleibt für H noch eine letzte Correction übrig. Man muß nämlich, wenn man die oben bezeichnete Methode (das Problem: aus dem mittleren Barometerſtande eines Ortes auf deſſen Erhebung über dem Meere zu ſchließen, geometriſch aufzufaſſen; indem man ſich die Meeresfläche bis unter den Beobachtungsplatz hin erweitert denkt) conſequent durchführen will, zur Berechnung von Beobachtungen, welche beſtimmten Tageszeiten entſprechen, außer den zuvor bezeichneten mittleren Werthen des Barometer- und Thermometerſtandes an der erweitert gedachten Meeresfläche (b und t)

nun auch noch die von der Zeit abhängigen Oscillationen dieſer Größen kennen, und bedarf daher einer Formel oder Tafel, woraus man, bei beliebig vorausgeſetzter geographiſcher Lage, für jede Tageszeit das b und t interpoliren kann. So lange dieſe aber fehlt, bleibt gegenwärtig nur übrig: aus denen an einigen Punkten der Erde näher unterſuchten täglichen Oscillationen (oder der ſog. atmosphäriſchen Ebbe und Fluth; ſ. oben S. 3) mittelſt angemeſſener Hypotheſen, die geſuchten Werthe für die Meeresfläche des Ortes zu erſchließen. Hinſichtlich des Barometers ſchlägt G. folgende (durch den Erfolg beſtätigte) Hypotheſe vor: 1) das Geſetz, wodurch jene Oscillationen mit der Tageszeit verknüpft ſind, gilt überall auf der Meeresfläche und bis zu einer Höhe von beiläufig 600 par. Fuß über derſelben; 2) die Oscillationen bleiben, ſofern ſie ſich an verſchiedenen Punkten des Meeres äuſſern, einander proportional. — G. interpolirte nun zuvörderſt aus der Oltman'ſchen Tafel (Gehler a. a. O. und w. u. S. 59) die Barometerſtände, welche den Tageszeiten ſeiner beiden (an zwei verſchiedenen ſenkrechten Lahnabſtänden gewonnenen) Beobachtungsreihen entſprechen, nahm dann aus denſelben gerade ſo das Mittel, als ob ſie eben ſo oft beobachtet wären, wie er in Marburg beobachtet hatte, und erhielt ſo zwei mittlere Barometerſtände, welche ſeinen beiden allgemeinen Mitteln entſprachen. Dieſe zog er nun von denen aus der Tafel interpolirten ab und erhielt ſo ſechs Zahlen für Oscillationen, welche gleichzeitig mit ſeinen Beobachtungen am Aequator beobachtet geweſen ſeyn würden. Hierauf zog er ſeine allgemeinen Mittel von den Angaben für die einzelnen Tageszeiten ab, und erhielt ſo ſechs andere Zahlen, welche wirklich beobachtete Oscillationen vorſtellten; aus paarweiſer Vergleichung dieſer zwölf Zahlen erhielt er nun, unter Anwendung der Methode der kleinſten Quadrate, den Verhältniß-Quotienten k, womit die am Aequator beobachteten Oscillationen multiplicirt werden mußten, um auf die Meeresfläche unter Marburg reducirt zu erſcheinen. Eine ganz ähnliche Berechnung führte er nun auch für die Veränderungen des Thermometerſtandes, indem er die von Tob. Mayer (de variationibus thermometri accuratius definiendis p. 10; überſetzt aus deſſen Opp. ineditis. Vol. I. Götting. 1775. p. 1. in den: Oekonom. Nachr. der Geſellſch. in Schleſien III. 113, 121, 132. Eine Beurtheilung dieſes T. Mayer'ſchen Vorſchlags: die Methode der Aſtronomen auf meteorologiſche Beobachtungen anzuwenden, ebendaſ. S. 329, 337 und 345) gegebene Tafel bei der erſten Interpolation zum Grunde legte, und dann (was an ſich betrachtet freilich zweifelhaft ſeyn dürfte, hier aber, den verhältnißmäßig geringen Einfluß von t auf das Endergebniß berückſichtigend, genügte) vorausſetzte: daß auch dieſe Veränderungen ſich ohne Weiteres auf die gegen 600 Fuß tiefer liegende Meeresfläche übertragen laſſen. Durch dieſe Operation ergab ſich endlich ſtatt der oben (h) zugegebenen conſtanten Unſicherheiten die weit geringeren von $\pm$ 6,1 Fuß für jede einzelne Beſtimmung und von nur $\pm$ 2,5 Fuß für das Mittel derſelben. (Der Werth von H war hienach für Mar-

burgs Höhebeſtimmung = 577,796 par. Fuß; vergl. hiemit dieſes Hdb. I. 102.

Rückſichtlich der Barometerbeobachtungen verdienen noch beſondere Beachtung:

5) Trechſel's u. A. Beobachtungen, denen zufolge (Beiträge zur Theorie des barometriſchen Höhemeſſens ꝛc. K. XV. 136 ff.) ſich verhält a) die Wahrſcheinlichkeit: durch ein einziges Paar guter correſpondirender Beobachtungen den Höheunterſchied zweier Oerter von einer Lage wie Bern und Bad Weiſſenburg in der Schweiz genauer als auf 2 per Hundert zu beſtimmen (Bad Weiſſenburg liegt in einer engen, feuchten, nur gegen Mittag geöffneten Felsſchlucht, iſt nur um 6 Stunden in gerader Linie von Bern entfernt, aber davon durch die Stockhorn-Gebirgskette getrennt) nur wie 45 zu 12, d. i. noch nicht wie 4 zu 1. Die Chance des Irrthums beläuft ſich ſogar auf 3⅔ vom Hundert; b) gewährten die Mittagsbeobachtungen des Barometers im Mittel größere Höhenergebniſſe, als die der übrigen Tageszeiten, und ſtimmten die Morgen- und Nachmittagsbeobachtungen in den Ergebniſſen faſt zuſammen, obgleich die Nachmittagstemperatur jener des Mittags weit näher lag und ſogar noch um 0,8 höher war, als dieſe; c) ſind dieſe größeren Höhen zur Mittagszeit nicht örtlich, ſondern allgemein. Zugleich zeigt T. aus der Uebereinſtimmung der vormittägigen und nachmittägigen Barometerergebniſſe: daß die von Laplace eingeführte, ſo bequeme Vergrößerung des Factors der Wärmecorrection hieran nicht Schuld ſey. Nach Ramond ſollte die Urſache in einem ſtärkeren Fallen des Barometers an der oberen Station begründet ſeyn, was hervorgebracht werde: durch (mittelſt ſtärkerer, unten gegebener Erwärmung vermittelte) ſenkrecht aufſteigende Luftſtrömungen, was in den oberen und leichteren Luftſchichten wirkſamerer ſey, als in den unteren; umgekehrt würden die höheren Schichten bei niederwärts gehender Luftſtrömung Abends und Morgens mehr an Gewicht zu nehmen, als die unteren. Horner's Meinung zufolge liegt jene Abweichung darin: daß das untere Barometer bei der täglichen Erwärmung weniger falle, als das obere. Wäre dieſe Erwärmung gleichförmig, ſo würde die Luft an beiden Stationen ſich gleichmäßig ausdehnen, und nach oben entweichen, und die Barometer würden gleichmäßig fallen. Allein die unteren Luftſchichten werden durch die näher an der Erde ſtärkere Wärmeintenſität verhältnißmäßig ſtärker erwärmt, als die höheren; die letzteren entweichen alſo nicht ſo ſchnell, wie die Ausdehnung der unteren es erheiſchen würde und üben mithin auf dieſe gleichſam eingeſperrten Luftſchichten einen Druck aus, der das Barometer daſelbſt höher erhält, als es nach der Zunahme der Wärme der Fall ſeyn würde. Dieſe Wirkung findet nothwendig ſtatt, bis die Erwärmung nicht mehr zunimmt. Nachmittags löſt ſich dieſe (mit jener, welche bei der Gewitterſchwüle — oben S. 35 — eintritt, nicht zu verwechſelnde) Hemmung; das untere Barometer ſteigt nicht mehr, oder fällt ſtärker, weil nun die Luft

im Verhältniß ihrer Erwärmung ſich erweitern und verdünnen kann. Ja ſogar wird gegen Abend, wenn die Erwärmung von Auſſen aufhört, bei hellem Wetter (durch die Wärmeentſtralung der Erde) eine Zuſammenziehung der unteren Schichten, und damit eine Verminderung ihrer Elaſticität eintreten, ſo daß dann, zumal auch die Nacht hindurch, das Barometer noch mehr ſinkt, als ſolches ſonſt der Fall ſeyn würde. (Aber dieſe Zuſammenziehung führt zur Verdichtung der Luft, und, ſo weit letztere dichter wird, muß ſie auch mehr laſten; die ihr zuvor durch Erwärmung zugekommene Druckgewalt muß alſo in Abſicht auf Spannung weit mehr betragen haben, als jene Verdichtung hinſichtlich der vergrößerten Laſtung an Druckvermehrung betrug.) Fragt man mit Trechſel c): Wie ſtimmen die Mittel barometriſcher Höhenſtände zuſammen, wenn man das eine Mal jedes Paar correſpondirender Beobachtungen beſonders berechnet (oben S. 51) und aus dieſen Ergebniſſen das Mittel zieht, oder wenn man das andere Mal nur geradezu das Mittel aus den Beobachtungen ſelbſt in Rechnung nimmt? Und iſt es daher zur Abkürzung einer großen Anzahl von Berechnungen erlaubt: die Beobachtungen reihenweiſe (z. B. nach Decaden) zuſammen zu faſſen, und ſo je 10 Rechnungen auf eine zu reduciren? So ſcheint ſich eine bejahende Antwort ganz unbedenklich aus ſeinen einzelnen hieher gehörigen Rechnungsreſultaten zu ergeben, wie ſich das übrigens ſchon aus theoretiſchen Gründen erwarten ließ. Die Differenzen der nach beiden Methoden berechneten Ergebniſſe ſind ſo klein (höchſtens 1 betragend), daß ſie gegen die unvermeidlichen Beobachtungsfehler gar nicht in Betrachtung kommen. — Trechſel's Meinung entgegen bemerkt v. Schmöger (a. a. O. 447), daß Laplace's, der Feuchtigkeit wegen, eingeführte Vergrößerung des Factors der Wärmecorrection — obgleich ſie dadurch gerechtfertigt werde, daß die vor- und nachmittägigen Beobachtungen, der Temperaturverſchiedenheit ungeachtet übereinſtimmende Reſultate geben — dennoch unrichtig zu ſeyn ſcheine, weil ſolche Vergrößerung unrichtiger Weiſe vorausſetze: daß die Dichte der Luft ſo abnehme, wie jene der Dünſte. Dieſes ſey aber nicht der Fall, ſondern es entſtehe durch den Einfluß der Dünſte eine, für verſchiedene Zeiten auch verſchiedene, Abweichung von der geometriſchen Progreſſion im Geſetze der Luftſcale. Es müßten nämlich, fügt v. S. hinzu, die oberen Luftſchichten abſolut und relativ trockner ſeyn, als die unteren, theils wegen Abnahme der Temperatur nach oben zu, theils wegen der häufigen Ausſcheidung der Dünſte gegen die Erdoberfläche hin, wodurch das Aufſteigen anderer beſtändig gehemmt wird. (Allein die häufigſte Ausſcheidung der Dünſte, oder vielmehr: Dunſtbläschen, findet in der Gegend der Wolkenregion ſtatt, und wenn unten die Stral- und Mittheilungswärme der Erde noch hinreicht, dergleichen Bläschen zu vergaſen, treten ſie in den oberen Regionen unaufhaltſam zu Wolken zuſammen; daher die obere allerdings ärmer an Waſſergas, dagegen aber reicher an feuchtenden Dunſt, als die untere.) Und nennt man a, ad, ad^2 etc. die Dichten der aufeinander folgenden trocknen Luftſchichten und α, $\alpha\delta$, $\alpha\delta^2$ die Dichten der entſprechenden Dunſtſchichten, ſo ent=

ſtehen Glieder: $a + \alpha$, $ad + \alpha\delta$ etc. welche keine geometriſche Reihe mehr bilden, aber an manchen vor- und nachmittäglichen Stunden gleich ſeyn können. Deshalb ziehe ich, fügt v. S. hinzu, Anderſon's Formel, welche alle dieſe Umſtände berückſichtigt, den andern Formeln vor; ſie iſt folgende:

$$h = 56566 \left(1 + 0{,}0047 \cdot \left(\frac{t + t^1}{2}\right)\right) \left(1 + \frac{f + f^1}{b + \beta - (f + f^1)}\right)$$

$$\log. \frac{b - \frac{1}{6} f}{\beta - \frac{1}{6} f^1},$$

wobei $\beta = b^1 (1 + 0{,}000225 (T - T^1))$ und h der Höhenunterſchied in par. Fuß, $t°$ R. die Luftwärme, f die Spannkraft der Dünſte in pariſ. Zollen, b der Barometerſtand in par. Zollen an der unteren Station und bei der Temperatur $T°$ R., hingegen t^1, f^1, b^1, T^1 daſſelbe an der oberen Station ſind, und f, f^1 am leichteſten mittelſt eines Thermo-Hygrometers und v. S's (bei Schrag in Nürnberg erſchienen) Tafeln für die Beobachter dieſes Inſtruments gefunden werden. Auch könnte jene Formel noch durch Beifügung des Factors $(1 + 0{,}002837 . \cos 2\, l)$ vergrößert werden; wo l die Breite des Beobachtungsortes bedeutet. Vielleicht gelingt es dereinſt genau nachzuweiſen: wie die Höhen der Einzelgaſe der Luft bei gleichen Einflüſſen der Wärme, der Elektricität, des Lichtes ꝛc. ſich verhalten, in welchem Grade dieſe verſchiedenen Gaſe bei gleicher Durch- und Beleuchtungsſtärke deſſelben Sonnenlichtes ſie durch dieſes Licht erhitzt (und damit ausgedehnt) werden, und in welchem Maaße die zwiſchen den einzelnen Gaſen etwa obwaltende Adhäſe der Ausdehnung des einen oder anderen dieſer Gaſe und hiemit ſeiner Höhengewinnung und Verdünnung hinderlich iſt; auch in wie weit etwa die verſchiedenen Luftſtrömungen (dieſelbe als verſchieden der Richtung und der Stärke nach in Betracht gezogen) dergleichen Wärme-, Elektricitäts-, Licht- und Adhäſionswirkungen abändern, und wie ſehr oder wie wenig: die zufälligen Beimengungen (oben §. 167 — 168) dieſe Wirkungen modificiren? Erſt wenn dieſe und ähnliche Fragen beſtimmt und zweifelsfrei beantwortet ſind, wird man in den Stand geſetzt ſeyn: die Ergebniſſe einzelner und weniger Barometerſtandbeſtimmungen denen Mitteln aus vieljährig betriebenen mehrmaligen täglichen Beobachtungen an die Seite ſtellen zu können; vergl. weiter unten §. 181.

Zur weiteren Erläuterung des Vorhergehenden diene noch:

6) Dulong und Petit ſetzen, ihren ſehr genauen Verſuchen zufolge, die Ausdehnung des Merkur für jeden Grad der Centeſimalſcale $= \frac{1}{5550}$ oder $= 0{,}0001802$ (nämlich für die Geſammt-

dehnung vom Froſt- bis zum Siedepunkt um $\frac{1}{55,50}$. Für einen Reaumur'ſchen Grad beträgt dieſes $\frac{1}{4440}$); wonach die oben S. 43 bemerkte Correction wegen der Wärme eine kleine Aenderung erleidet. Iſt nämlich die Barometerhöhe bei einer Wärme = m Graden der gen. Scale = I gefunden, ſo würde das Merkur bei 0 Grad nur eine Säule von einer Länge $= I - \frac{m}{5550} I$ dargeſtellt haben. Geſetzt, die Länge der Merkurſäule betrage bei 10° C. = 28′, es bleibe zwar der Luftdruck derſelbe, es gehe aber die Temperatur auf 0° C. (d. i. auf die gewöhnlich als Normaltemperatur angenommene Wärme) zurück, ſo wird jene Länge dadurch verkürzt werden um 0,05′; denn $28 - \frac{10}{5550} . 28 = 28,00 - 0,05 = 27,95$.

7) Das S. 40 bemerkte Dichtigkeitsverhältniß der Luft zu Merkur iſt nach Biot's und Arago's genauen Beſtimmungen angegeben worden; beide Phyſiker fanden nämlich, mittelſt gemeinſchaftlicher Unterſuchungen, die völlig trockne Luft von 0° C., unter 45° n. Breite, bei 28″ Barometerſt. bei gleichem Volum 10494,9mal leichter als reinſtes Merkur von derſelben Temperatur. Weil aber die Luft im Freien (etwa die Sandſteppen Afrikas ꝛc. ausgenommen) ſtets feucht und mithin weniger dicht iſt, als die trockne Luft in jenen Verſuchen war, ſo glaubte Laplace (übereinſtimmend mit Beobachtungen Ramond's) ſtatt $\frac{1}{10494,9}$ das Dichtigkeitsverhältniß $(D) = \frac{1}{10506,2}$ ſetzen zu müſſen, und während daher (I = 28′ par.) nach Biot und Arago eine gleichförmig dichte Luftſäule von 0° C. bei 24488′ par. Höhe der Merkurſäule von 28′ das Gleichgewicht hielte, würde nach Laplace $\frac{I}{D} = \frac{28'}{\frac{1}{10506,2}} = 24514'$ par. ſeyn, und damit den wegen Luftfeuchte verbeſſerten Coefficienten darſtellen, mit dem der natürliche Logarithme zu multipliciren ſtände *); ſ. oben S. 56.

---

*) Für Brigg'ſche, oder gemeine Logarithmen findet man den Coefficienten dadurch, daß man den für natürliche Logarithmen erhaltenen (im obigen Fall 24514) mit dem Modul der gemeinen Logarithmen = 2,302585 multiplicirt, wodurch ſich 56445,6 pariſer Fuß = 9407,6 Toiſen ergeben (und umgekehrt muß ein natürlicher Logarithmus mit dem Modul der Brigg'ſchen Logarithmen = 0,4342945 multiplicirt werden, wenn erſterer in einen Brigg'ſchen verwandelt werden ſoll);

8) Die Zunahme der Schwere vom Aequator nach den Polen hin: wegen Abplattung der Erde, erfolgt in demſelben Verhältniß, in welchem (in gleicher Richtung) die Pendellänge wächſt (m. Experimentalphyſ. I. 191). Denen in Laplace's Mécanique céleste befindlichen hieher gehörigen Anleitungen gemäß hat Borda (das Verhältniß der Aequatorialaxe zur Polaraxe = 335 : 336 und mithin die Abplattung der Erde = $\frac{1}{335}$ annehmend) die Länge des Secundenpendels für Paris genau zu 0,380644 Toiſen beſtimmt, nachdem für den allgemeinen Ausdruck der Länge des Secundenpendels 0,99676 + 0,0056724 sin.^{2} latit. gefunden worden war; vgl. oben S. 41. Hinſichtlich der in den meiſten Fällen unbeachtet zu laſſenden, ſehr ſchwierig zu beſtimmenden Correction, wegen der, bei ſenkrechter Entfernung von der Erde ſtatthabenden Schwerminderung bemerkt Wiemann a. a. O., daß hiebei an-

---

Wiemann S. 32—33. Biot und Arago's Beſtimmungen zufolge würde ferner eine Luftſäule von 72,88′ par. das Gleichgewicht halten einer Merkurſäule von 1‴ par. — Denkt man ſich die ſenkrechte Höhe der dem mittleren Barometerſt. eines Ortes entſprechenden Merkurſäule in Längenlinien getheilt, und eben ſo die Höhe der dieſer Merkurſäule correſpondirenden Luftſäule aus eben ſo viel gleichſchweren Luftſchichten (alſo aus 336; denn 28″. 12 = 336‴) zuſammengeſetzt, ſo werden die Dichten dieſer einzelnen Schichten (angenommen: die jeder einzelnen Schicht zugehörige Dichte ſey innerhalb derſelben überall und unveränderlich ein und dieſelbe) bei einerlei mittlerer Temp. der ganzen Luftſäule, im Verhältniß der Zahlen 336, 335, 334, 333 ſtehen und hat man durch Verſuche die Höhe der unterſten Luftſchicht und mithin deren Dichte, ſo wie jene des Merkur beſtimmt, ſo werden ſich die Höhen und Dichten aller folgenden höheren Luftſchichten berechnen laſſen, dem oben S. 40 erwähnten hydroſtatiſchen Geſetze gemäß. Mariotte ſtützte hierauf (1678) ſein zu Anfang dieſes Jahrhunderts von Benzenberg verbeſſertes und weiter verfolgtes Verfahren barometriſcher Höhenmeſſungen, und letzterer berechnete Tafeln, welche zu jedem Hundertheil eines Zolles, von 29″,00 bis zu 23″,00 Barometerſtand, die denſelben entſprechenden Luftſchichthöhen nachweiſen; vgl. Deſſen Beſchreib. eines einfachen Reiſebarometers, nebſt einer Anleitung zur leichteren Berechnung der Berghöhen ꝛc. Düſſeldorf 1818. 8. Aehnliche Tafeln lieferten 1809 Jabbo Oltmann's und B. v. Lindenau, 1811 Biot, Arago, d'Aubuiſſon, Horner (Deſſen neueſte hieher gehörige Tables hypsométriques bereits oben, S. 18, erwähnt wurden), berechnet nach denen von Laplace u. A. entwickelten Formeln; vergl. auch m. Experimentalphyſ. I. 345 ff.; vergl. Wiemann S. 47 ff.

genommen werden könne (weil der Erdhalbmeſſer gegen die zu meſſenden Höhen gehalten ſehr groß iſt) als erfolge dieſe Verminderung nicht im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung, ſondern nach einer arithmetiſchen Progreſſion; denn, wenn a, a′, a″, a‴ in arithmetiſcher Progreſſion fortſchreitende Höhen über den Meerſpiegel bedeuten, während r der Erdhalbmeſſer, ſo würden die zu ihnen gehörenden Schwerkräfte durch die Reihe $(r + a''')^2$, $(r + a'')^2$, $(r + a')^2$, $(r + a)^2$ darſtellbar; erhebe man ſie nun zur 2ten Potenz und geſtatte man Nichtberückſichtigung jener Glieder, welche r nicht enthalten, weil ſolche im Verhältniß zu r^2 und ar ſehr klein ſind, und dividire n endlich mit r^2, ſo werde die Reihe

$$1 + \frac{2\,a'''}{r},\; 1 + \frac{2\,a''}{r},\; 1 + \frac{2\,a'}{r},\; 1 + \frac{2\,a}{r},$$ d. i. eine Reihe,

in der die Differenzen der Glieder $\frac{2}{r}(a''' - a'')$, $\frac{2}{r}(a'' - a')$, $\frac{2}{r}(a' - a)$ ſind. Da nun aber nach der Vorausſetzung $a''' - a'' = a'' - a' = a' - a$ iſt, ſo ſind auch die Unterſchiede gleich, folglich iſt die Reihe eine arithmetiſche Progreſſion und mithin die Luftſäule zu betrachten: als unterliege ſie in allen ihren Theilen einer Wirkung der Schwere gleich jener, welche ſie in der Mitte ihrer Länge trifft.

9) Zu barometriſchen Höhemeſſungen der Berge ꝛc. wählt man übrigens am beſten jene Zeit, in welcher die Gewitter entweder noch nicht zu entſtehen angefangen haben (oder doch nur noch als Seltenheiten hervorgehen) oder in der — ſeltene Ausnahmen abgerechnet — ihre Entſtehungsbedingungen ſich bereits bis zum Verſchwinden gemindert haben, während die Nebel nur höchſtens als kurz dauernde Morgen- und Abendabkühlungserzeugniſſe hervorgehen und Regen ungewöhnlich ſind. Für Deutſchland iſt dieſes gemeinhin der Fall in den erſten Tagen des Frühlings und beſtändiger und dauernder in der letzten Hälfte des Auguſt bis Ende September; oder von der Mitte September bis Mitte October, obgleich der letztere Zeitraum, zumal nach gewitter- und regenreichen Sommern, häufig durch Nachtgleicheſtürme unterbrochen zu werden pflegt. Eine Tafel enthaltend die Höhen verſchiedener Orte über Meeresfläche, nebſt entſprechender mittlerer und einzeln beſtimmter Barometerſtände findet man in m. Experimentalphyſ. I. 346.

Den beſprochenen theoretiſchen Vorausſetzungen zufolge und erfahrungsgemäß läßt ſich der mittlere Barometerſtand, auf 0° C. reducirt, im Meerniveau annehmen:

unter dem Aequator			=	337‴
—	10°	geogr. Breite	=	337,056
—	20	— —	=	337,217
—	30	— —	=	337,465
—	40	— —	=	337,769
—	50	— —	=	338,093
—	60	— —	=	338,396
—	70	— —	=	338,644
—	80	— —	=	338,806
—	90	— —	=	338,862

Vergl. oben S. 53.

10) Die Größe der Schwungkraft der Erde wurde von Newton zu $\frac{1}{289}$, von Lalande zu $\frac{1}{287}$ der Schwere berechnet. Dürfen wir aber den Gradmeſſungen zufolge den Halbmeſſer der Erde unter dem Aequator 3271952 Toiſen (= 19631712 par. Fuß) die Fallgeſchwindigkeit der erſten Secunde = 15,13 par. Fuß annehmen, ſo iſt der Umfang gleich $2r\pi$ = 20558000 Toiſen (= 123348000 par. Fuß) die durch 86164,091 (als Zahl der in einem Sternentage enthaltenen Secunden mittlerer Sonnenzeit) dividirt für eine Secunde mittlerer Sonnenzeit einen Raum von 238,6 Toiſen (oder 1431,5 par. F.) geben, den jeder Punkt des Aequators innerhalb ſolcher Sec. durchläuft. Dies giebt das Verhältniß der Schwungkraft zur Schwere $= \frac{2049400}{59405000} = \frac{1}{289,87}$. (Zugegeben, daß jeder Punkt des Aequators binnen einer Secunde mittlerer Sonnenzeit (I. 286) einen Bogen von $\frac{360}{86164,091}$ (= 15,03 .. Raumſec.) durchläuft, ſo giebt deſſen Sinus versus = 0,000 000 000 2658 multiplicirt mit dem Halbmeſſer des Aequators, = 19631712′ par., eine Höhe von 0,05218 par. Fuß; dieſe ſind aber von 15,13, d. i. die von der Fallhöhe für eine Sec. unter dem Aequator nahe $\frac{1}{289,9}$). Jene Entfernung (x) über dem Aequator, wo die Beſchleunigung der Schwere gleich iſt: der Schwunggewalt (ſ. oben §. 180 S. 59) beträgt 6,61 Erdhalbmeſſer (denn $\frac{1}{x^2} = x \cdot \frac{1}{289,9}$; $x^3 = 289,9$; $x = 6,61$) oder 5682,2 geogr. Meilen. — Da die Schwungkraft dem Quadrate der Geſchwindigkeit proportional und $\sqrt{289,9} = 17,025$ iſt, ſo müßte ſich die Erde noch 17,025mal ſo ſchnell um ihre Axe drehen, als ſie ſich wirklich um dieſelbe ſchwingt, wenn ſchon unter dem Aequator die Schwungkraft der Schwere gleichkommen ſollte; in dieſem Falle würde ſchon die geringſte Wurfgeſchwindigkeit hinreichen, empor bewegte Körper für immer von der Erde zu entfernen: In unſerem Sonnenſyſteme ſind die Verhältniſſe von Schwung- und Ziehkraft der Axendrehung beſitzender Weltkörper durchgängig ſo entwickelt, daß, wenn nicht Zertrümmerungen ſtatt

haben (wie ſie von Mehreren in Beziehung auf den angeblich ehemaligen Planeten vorausgeſetzt werden, aus welchem die neuentdeckten mittleren Planeten, oder vielmehr Planetoiden hervorgegangen ſeyn ſollen; II. 416) kein Einzelkörper ſeinen Mutterplaneten in Folge auf ihn einwirkender Wurfkraft verlaſſen kann, indem im Ganzen genommen der geringeren Schwungkraft die geringere Schwere, und umgekehrt der größeren Schwunggewalt die größere Fallbeſchleunigung correſpondirt; vergl. I. 243 und II. 518 u. ſ. f. Es fällt für jeden der Planeten (und eben ſo für Sonne) die Ausgleichungsferne von Schwung und Fallzug, wie es ſcheint, noch unter allen Umſtänden weit genug hinaus, um jedem einzelnen gegen Selbſtzerſtiebung und mithin: um ihm ſeine räumliche Selbſtſtändigkeit für unberechenbare Dauern zu ſichern.

11) In einer Höhe von einer geogr. Meile würde das Barometer ſchon tiefer als bis zu 14″ fallen und die Luft ſchon mehr als $\frac{1}{2}$ weniger dicht ſeyn, als ſie es dort iſt, wo ſie den Meerſpiegel berührt. Bei 4 Meilen Lufthöhe würde der Barometerſtand nicht mehr die Merkurhöhe von 1″ und bei 7 Meilen Lufthöhe würde die Merkurhöhe noch nicht 1‴ betragen; und ſetzen wir die Dichte der Luft bei 1 Meile Höhe (= 14″ Bar.; alſo) $= \frac{1}{2}$, ſo würde ſie bei 10 Meilen Erdabſtand $= (\frac{1}{2})^{10} = \frac{1}{1024}$ ſeyn; vergl. oben S. 41 ff. Bezeichnen wir den Barometerſt. von 28″2‴ mit R und den Erdhalbmeſſer der Erde mit r, ſo iſt jene geſammte Hohlkugel, welche die Erdatmosphäre darſtellt $= \frac{4\,\pi}{3}\,[(R + r)^3 - R^3]$ und ſubſtituiren wir dabei die Werthe, ſo iſt die zugehörige geſammte Luftmaſſe = 552,077″300,000′000,000 Cubiktoiſen und deren Gewicht nahe $9\frac{1}{2}$ Trillionen Pfund; d. i. um ein Sehr-Beträchtliches mehr als frühere Schätzungen es gaben (I. 220 ff.).

12) Schwung- und Fallzug der Erde beſtimmen, nächſt dem, was ſie ſelbſt als Kern jener Hohlkugel dabei zum Grunde legt, die Form der Atmosphäre; dieſe muß hienach ein Ellipſoid*) ſeyn, deſſen größere Axe im Verhältniß zu jener des Erdellipſoid's — in Folge der Schwungzunahme, Schwereverminderung und größeren Erhitzung über dem Aequator — eine weit beträchtlichere Ausdehnung haben würde, wenn jene die Luft zuſammenſetzenden Gaſe ihrer Aus-

*) Jene Phyſiker, welche ſich die Weltkörper, wie die einzelnen wägbaren Materien als aus Atomen zuſammengeſetzt denken, die mit ungleichen Anziehungs- und Dehnkräften begabt erſcheinen, ſie dürften, — Alles hiebei zu Bedenkende erwägend — zuzugeben genöthigt ſeyn, daß die Atome, zumal die zuſammengeſetzten, und unter dieſen die 3 ſtoffigen nicht kuglig, ſondern ellipſoidiſch geformt ſeyn müſſen, wenn Grundbildung und Ausbildung mit einander harmoniren ſollen.

dehnſamkeit und dieſer entſprechenden Druckäuſſerung zufolge nicht andauernd und ununterbrochen getrieben würden zur Herſtellung des Druckgleichgewichts. In welchem Verhältniß die Größen der beiden Axen dieſes Luftellipſoids zu einander ſich verhalten, zeigen zum Theil noch die aus der oben (S. 61) beigebrachten Tabelle ſich ergebenden Unterſchiede der mittleren Barometerſtände, denen gemäß der mittlere Barometerſtand vom Aequator bis zu den Polen nur um nahe 1''',862 differirt. — Laplace's hieher gehörige Berechnungen zufolge (Exposit. d. s. du monde l. 4. c. 10) kann die ſog. Hohlkugel nicht über dos Verhältniß 2:3 abgeplattet ſeyn. Aehnlich der Totalform wird auch die Einzelform jeder zugehörigen Gashüllenart ſeyn; aber während erſtere ſich im Allgemeinen andauernd ziemlich gleichförmig behaupten und namentlich auch ſowohl durch das Höhenſpiel, als durch Ebbe und Fluth des Meeres, letzteres durch wechſelnde Gegenziehungsgröße der die Erde perturbirender Weltkörper zu Wege gebracht, im Ganzen genommen nur wenig ändern dürfte (obgleich dieſe Aenderungen, zumal die erſteren, immer noch groß genug ſeyn können, um zeitgemäße Abänderungen des Barometerſtandes zu Wege zu erzeugen) wird die der letzteren hingegen, vorzüglich ſofern ihre Gaſe zu den ſehr veränderlichen phyſiſchen Beſtandtheilen und zufälligen Beimengungen (§. 166 und 167 S. 11 — 12) gehören, in Folge örtlich bedingter, zum Theil ſehr beträchtlicher Maſſenunterſchiede und gemäß der ſie treffenden phyſiſchen und chemiſchen Aenderungen (hauptſächlich der Zuſtandswechſel und der bei hieher gehörigen Verdichtungen eintretenden Miſchungen) mehr oder weniger periodiſchen Dehnungs- und Umgeſtaltungswechſeln unterliegen.

§. 181.

Während ſich die abſolute Subſtanz-Verminderung der zur Erdatmosphäre gehörigen Einzelgaſe der Wahrnehmung in ſolchem Grade entzieht, daß ſie nur aus denen innerhalb langer Zeiträume eingetretenen Veränderungen des feſten Erdkörpers erſchloſſen werden kann, gelangt hingegen der Mengenwechſel und die daraus entſpringende, zeitgemäße relative Minderung und Mehrung jener Subſtanz für bei dergleichen Unterſuchungen gleichbleibende Raumumfänge der Luft mittelſt der Hygrometer oder Feuchtmeſſer, der Anthrakometer oder Kohlenſäuremeſſer, der Oxymeter oder Sauerſtoffmeſſer und der Azotometer oder Stickſtoffmeſſer nicht nur zur Merkbarkeit, ſondern, was hier allein wiſſenſchaftlichen Nutzen gewährt: zur Meßbarkeit.

1) War die Luft der Urzeit reicher an **Kohlenſäure**, als die der Jetztzeit, (oben S. 13 Anm.), ſo war ſie es zweifelsohne mehr noch an **Sauerſtoff** und an **Waſſergas**; und nur im Waſſer lebende Organismen haben in ſolchen Zeiten entſtehen und beſtehen können; denn Land-, Pflanzen- und Landthiere wären alsbald nothwendig heftiger Oxydation zum Raube anheim gefallen, in einer Luft, die vielleicht das jetzige Mengenverhältniß von Sauerſtoff und Stickſtoff verkehrt darbot; auch wenn es ihren Keimlingen gelungen: die Athmung derſelben anheben zu laſſen. Ja es fragt ſich: ob nicht der Stickſtoff ſelbſt ein durch Oxydation der urſprünglich nur brennbaren Erdſubſtanz Ausgeſchiedenes, oder wahrſcheinlicher, gleich und mit dem Waſſer Erzeugtes iſt? Vergl. I. 222 ff. Als aber auch Stickgas und Waſſer ſchon gegeben waren, mußte dennoch die Sauerſtoffmenge fortdauernd ſehr beträchtlich ſich mindern (Falls nicht ein unendlicher Zufluß für daſſelbe aus dem Aether ſtatt hatte und ſtatt hat; a. a. O.) weil viele erzmetalliſche Subſtanz, ſammt den brennenden Metalloiden (vielleicht auch), ſammt den Leicht- oder Laugmetallen) der Vulkane Sauerſtoff zu verſchlucken und zu feſtigen fortfuhren. Gleichem Schickſal mußte nothwendig auch das Waſſergas der Luft unterliegen, da dieſes noch jetzt fortdauernd, wiewohl in ſehr vermindertem Maaße theils und hauptſächlich durch verwitterndes Geſtein, theils durch kryſtalliſirende Salze und früherhin vorzüglich durch jene Organismen der gaſigen Erdhülle entzogen wurde, welche, nachdem ſie zur vollſtändigen Entwickelung gelangt waren, durch Erdrevolutionen verſchüttet und begraben wurden, ohne die von ihnen während ihrer Entwickelung dem Medium, worin ſie lebten, entzogenen Beſtandtheile, demſelben nach ihrem Abſterben wieder zukommen zu laſſen; vergl. I. 73 ff., 75 ff., 89 ff. — Dergleichen ſehr beträchtliche Subſtanzverminderungen der Luft hatten nothwendig zu Folge eben ſo bedeutende Verdünnungen derſelben, und dieſe in Verbindung mit jenen, welche durch vulkaniſche Erdrindenſenkungen hervorgiengen, führten eben ſo nothwendig zur Minderung der **mittleren Wärme** der **geſammten Erdatmosphäre**, und damit nicht nur zu ſehr beträchtlichen klimatiſchen Aenderungen der Erdoberfläche, ſondern auch zu den Hauptänderungen ihrer Organiſationsmomente, d. i. zur geſchichtlichen Verſchiedenheit der nach einander ſie bewohnenden Lebweſen-Geſchlechter; a. a. O. 143 — 154; 155 — 181. Je dünner die Luft wurde, jemehr mußte zunehmen die Mannigfaltigkeit bedingende Wirkſamkeit des Lichtes, und ſollte die Erdluſt etwa nach Ablauf von 22 — 23 platoniſchen Jahren ſo **waſſerarm** und dunſtfrei geworden ſeyn, wie es jetzt die Atmosphäre der Venus zu ſeyn ſcheint, ſo würde damit auf derſelben die Mannigfaltigkeit zeugende Wirkſamkeit des Sonnenlichts wahrſcheinlich in einem Maaße zugenommen haben, daß ihre jetzigen Pflanzen mit ihren dann ſie bewohnenden verglichen, gegen dieſe in ähnlichem Grade einfach entwickelt und in Abſicht auf Abweichung im Auſſenbau dürftig ausgeſtattet in den Hintergrund treten, als ſolches jetzt mit jenen foſſilen Farnkräutern, Rieſengräſern ꝛc. der Fall iſt, welche nur noch in dieſen Ueberreſten von Geſteinmaſſe umgeben und im Steinſchutt vergraben vorkom-

kommen, wenn dieſelben mit der jetzigen Pflanzenwelt verglichen werden.

2) Theodor v. Sauſſure's Verſuchen zufolge erleidet die Menge des in der Luft enthaltenen Kohlenſäuregaſes nach der Temperatur, den herrſchenden Winden, dem Regen, dem wechſelnden Barometerſtande an einem und demſelben Orte faſt beſtändig Veränderungen. Seine Beobachtungen, angeſtellt von 1816 bis 1820 auf einer Wieſe von Chambeiſy, $\frac{3}{4}$ Lieue von Genf, gaben die mittlere Menge der Kohlenſäure in 10000 Theilen Luft um die Mitte des Tages zu 5, oder genauer zu 4,9 Theilen, dem Volum nach; das Maximum derſelben betrug 6,2, das Minimum 3,7. Die mittlere Menge „nahm" im Sommer „zu", im Winter hingegen „ab," und zwar an den verſchiedenſten Beobachtungsgegenden; auf dem Felde, wie in der Stadt, über dem Genferſee und auf einem Hügel, bei ruhiger wie bei bewegter Luft. Als Mittel aus 30 Beobachtungen, die zu Chambeiſy während 7 Jahren mit Barytwaſſer angeſtellt wurden, ergab ſich: daß die Menge der Kohlenſäure zur Mittagszeit während der Monate December, Januar und Februar zu jener des Juni, Juli und Auguſt ſich verhält, wie 100 zu 77. Dieſes Verhältniß iſt jedoch nicht in allen Jahren daſſelbe, und es kommen in einigen derſelben ſowohl im Sommer als im Winter Zeiten vor, wo es Ausnahmen erleidet, ſo daß in ſolchen Jahren die größere Kohlenſäuremenge umgekehrt dem Winter und die geringere dem Sommer angehört. Mehrere Jahre hindurch zeigte ſich z. B. dieſe Menge im Januar = 4,23 (zehntauſend Volumtheilchen), aber im Januar 1828, der ſich durch ſehr milde Temperatur auszeichnete, ſtieg ſie bis 5,1; für den Auguſt beträgt die mittlere Kohlenſäuremenge mehrjährigen Beobachtungen zufolge 5,68, aber im Jahr 1828 betrug das arithmetiſche Mittel aus 4 einander in ihren Ergebniſſen ziemlich naheſtehenden Beobachtungen im (ausgezeichnet kalten und regneriſchen) Auguſt zur Zeit der Tagesmitte nicht mehr als 4,45 Volumtheile von 10000 Th. Sehr merkwürdig iſt der Unterſchied der Kohlenſäuremengen bei der „ruhigen" und erhellten und dunkeln „bewegten" Luft zu verſchiedenen Tageszeiten: aus 8 im Mai, Juli, September und November 1827, und im Mai, Juni und wieder Juni, ſo wie 2mal im Auguſt 1828 angeſtellten Beobachtungen ergab ſich nämlich, daß die Luft in jenen Monaten bei ruhigem Wetter mehr Kohlenſäure während der Nacht als am Tage enthält, wovon aber ein windiger Tag eine Ausnahme machte; ob eine ähnliche Differenz in Beziehung auf Tageszeiten ſich auch im Winter zeigen wird, hofft v. S. noch zu ermitteln. Luft, die derſelbe auf der Mitte des Genferſee's, Chambeiſy gegenüber, geſchöpft und unterſucht hatte, enthielt im Mittel etwas weniger Kohlenſäure als jene, welche nur 100 Toiſen vom Ufer genommen worden war. Nach 8 verſchiedenen Beobachtungen, die an den nämlichen Tagen zu Mittag, aber zu verſchiedenen Zeiten an den beiden Stationen angeſtellt wurden, verhielt ſich die Menge der Kohlenſäure an beiden Orten wie 100 zu 98,5; übrigens unter-

lagen dieſe Lüfte rückſichtlich der Jahreszeiten den oben erwähnten periodiſchen Abänderungen. In Genf zeigte die Luft größeren Kohlenſäuregehalt als über der Wieſe bei Chambeiſy, 6 Beobachtungen zufolge ohngefähr im Verhältniß wie 100 zu 92; größere Reinheit der Landluft ließ ſich wohl vorausſetzen, indeß führte v. S. dieſes Ergebniß nur an: um die Trefflichkeit des von ihm befolgten Verfahrens zur Meſſung des in der Luft vorhandenen Kohlenſäuregaſes daran zu erproben, da die ſonſt gewöhnliche Eudiometrie (Luftgüteprüfung) dergleichen kleine Unterſchiede überſehen ließ. Es beſtimmte nämlich v. S. die Menge der Kohlenſäure mittelſt Barytwaſſer, das mit der in den Glasballons enthaltenen Luft (jeder Ballon faßte 30—40 Litres) geſchüttelt ward; der dadurch entſtandene Niederſchlag wurde geſammelt, getrocknet und gewogen, und daraus die Menge der Kohlenſäure berechnet. Es iſt dieſes Verfahren allerdings genauer als jenes früherhin in Gebrauch genommene, in welchem Kalkwaſſer zum Mittel diente, die gaſige Kohlenſäure zu feſtem kohlenſauren Kalk zu verdichten und ebenfalls entweder aus dem dadurch gewonnenen Niederſchlage die Kohlenſäuremenge zu berechnen, oder ſie, wie in v. Humboldt's Anthrakometer (Gilbert's Ann. III. 77), aus der durch das Schütteln mit dem Kalkwaſſer entſtandenen Volumverminderung der Menge nach zu ſchätzen, da der kohlenſaure Kalk in kaltem Waſſer löslicher iſt als der faſt (aber nicht ganz) unlösliche kohlenſaure Baryt, indeß iſt es, während es ebenfalls der vollkommen befriedigenden Genauigkeit ermangelt, zugleich ſehr zeitraubend. Aendert man hingegen v. Humboldt's Anthrakometer dahin ab, daß man eine genau calibrirte und graduirte, nicht zu enge, aber auch nicht zu weite, etwa 3 Linien Querdurchmeſſer darbietende, am einen Ende verſchloſſene Glasröhre mit reinem Merkur füllt, das man an dem Orte, wo man die zu prüfende Luft auffangen will, in ein Sammelgefäß bis auf einen Zoll hoch herausfallen läßt, dann aber das untere offene Röhrende ſogleich mit einem guten trockenen Korkſtöpſel unter dem Merkurſpiegel abſchließt, hierauf die ſolchergeſtalt durch Merkur abgeſperrte Luft enthaltende Röhre zu Hauſe trägt, um dort, nach Hinwegziehen des Stöpſels unter dem Merkurſpiegel jenes Gefäßes (oder einer Merkurhaltigen pneumatiſchen Wanne) eine geſättigte Löſung des Aetzbaryts in die Röhre zu bringen, dieſelbe dann unten (innerhalb der Merkurumgebung) mit dem Daumen der rechten Hand abzuſperren, hierauf tüchtig zu ſchütteln, und das Wiederöffnen und wiederholte Schließen unter Merkur und darauf erfolgende Schütteln ſo oft zu wiederholen, bis ſich die Luftſäule im Rohre nicht mehr verkürzt, ſo kann man binnen einer Viertelſtunde den Kohlenſäuregehalt dem Volum nach mit einer Genauigkeit beſtimmen, welche jene des v. Sauſſureſchen Verfahrens um ein Merkliches übertrifft; weil man hiebei nicht zu fürchten hat: daß ſich während des Niederſchlagſammelns noch etwas kohlenſaurer Baryt mittelſt der Kohlenſäure der Umgebungen bilde, daß dem Niederſchlage noch etwas Waſſer anhänge vor der Wägung, oder (hygroskopiſch) während derſelben von ihm aus der umgebenden Luft angezogen werde, und endlich, daß wenn man die

Wägung unternimmt, ohne den Niederſchlag vom Filter zu trennen, dieſes ſelbſt noch Waſſer zurückbehalte. Unſer Verfahren würde übrigens an Genauigkeit noch gewinnen, wenn man es dahin abänderte, daß man der graduirten Röhre eine Geſtalt gebe, wie ſie beiſtehende Figur zeigt: ⊔, wo dann das eine obere Ende verſchloſſen wäre, das andere hingegen einſtweilen offen bliebe, um zunächſt ſo viel Merkur hineinzulaſſen, daß, bei gehöriger Neigung der eine Schenkel und der untere horizontale beide Schenkel verbindende Röhrentheil damit erfüllt erſchienen, dann den zweiten Schenkel mit Barytlöſung zu füllen, mittelſt eines Stöpſels zu verſchließen, und alſo vorbereitet das Ganze zu dem Orte zu bringen, wo die Luftauffangung bewirkt werden ſoll. Hier würde man nun zuvörderſt die Vorrichtung umzukehren und ſo zu neigen haben, daß die Barytlöſung in jenen oben zugeſchmolzenen Schenkel gelange, in welchem bis dahin das Merkur war, dieſes hingegen in den verſtöpſelten Schenkel trete und ihn gänzlich fülle. Iſt letzteres erfolgt, ſo öffne man den Stöpſel über der Merkur-Sammelſchale, laſſe dadurch Luft eintreten, verſchließe die Röhre wieder, meſſe das Volum der eingetretenen Luft, neige nun die Röhre ſo: daß Luft und Barytwaſſer durcheinander geſchüttelt werden können, öffne ſie dann unter Merkur ꝛc. *).

---

*) Th. v. Sauſſure wirft gegen jede Schätzung oder Meſſung der Kohlenſäure durch Volumverminderung ein: daß ſie nie dazu führe: weniger als Tauſendtheile des Volums, und dieſe kaum anzugeben, während ſeine Methode für Zehntauſendtheile ausreiche; wenn man aber eine 5 Linien Durchmeſſer habende cylindriſche, $2\frac{1}{2}$ Fuß lange Glasröhre in 1000 Hauptvolumtheile und den Raum zwiſchen je 2 derſelben wieder in 2 gleiche Längetheile ſondert (mittelſt Demantſtrichen, die man mit etwas Tuſche färbt) ſo hat man eine 2000theilige Scale, die ſich noch auf die Hälfte von jeder Zwiſchentheilung mit bewaffnetem Auge (mittelſt der Loupe, Falls man jene Halbirung durch feinere oder kürzere Striche bezeichnet hatte) ja wohl noch auf $\frac{1}{4}$ derſelben beſtimmen läßt. Man könnte übrigens mittelſt eines Vernier, den man der einzelnen (im erſteren Verfahren beſchriebenen) Röhre zur Seite anbrächte, die Genauigkeit der Meſſung noch um ein Beträchtliches erhöhen. v. Sauſſure's Verfahren den Carbonſäuregehalt der Luft zu beſtimmen, forderte bei jedem Verſuche gegen 2 Monate Zeit; es iſt daher faſt unmöglich, ſie durch Widerholung zu prüfen, und prüfend über die Zuläſſigkeit der aus ihnen gezogenen Folgerungen zu entſcheiden; Folgerungen, die z. B. im geraden Widerſpruche zu ſtehen ſcheinen: mit dem Einfluſſe der lebenden grünen Pflanzentheile, (mit deren Chlorophyll-Gehalt; m. Polytechnochem. I. 161), die, indem ſie unter Einfluß des Sonnenlichtes die Carbonſäure

3) Obgleich ſich denen oben S. 13 bemerkten Wahrnehmungen zufolge das Sauerſtoffgasverhältniß in der Luft wieder her-

---

zerſetzten, ſich des Kohlenſtoffs bemächtigen und den Sauerſtoff derſelben gaſig frei aushauchen, und ſo alſo während der Sommerzeit nicht eine Mehrung, ſondern eine Minderung der durch Athmen der Thiere und Menſchen, durch Verweſung und Fäulniß organiſcher Körper, durch unmittelbare Verbrennung derſelben, ſo wie durch die der Mineralkohlen erzeugte Carbonſäure herbeiführen ſollten, zumal, da nach Edwards die Thiere beim Athmen im Winter von dieſer Säure mehr erzeugen, als im Sommer. Erwägt man indeß: daß Verweſungs- und Fäulnißproceſſe (wenigſtens in den gemäßigten und kalten Zonen) zur Winterszeit beträchtlich verlangſamt und zum Theil gänzlich unterdrückt werden, und daß jene ſehr bedeutenden Mengen von jener Säure, welche ſowohl die Mineralquellen, als auch die ſogenannten ſüßen Quellen fortdauernd mit zu Tage bringen: von denſelben im Winter weniger entlaſſen werden, als im Sommer, weil das Sonnenlicht dieſe Art von Gasentbindung begünſtigt, und daß ſelbſt die Dammerde einem ähnlichen Lichteinfluſſe zu unterliegen ſcheint, ſo fällt der von der Carbonſäure-Zerſetzung durch Chlorophyllhaltige Pflanzenſubſtanz entlehnte Einwurf gegen jene Folgerungen größtentheils hinweg, oder es wird doch wenigſtens ſehr wahrſcheinlich: daß, wenn zur Winterszeit auch weniger Carbonſäure zerſetzt wird, als zur Sommerzeit, dagegen auch im Sommer die Erzeugung derſelben um ein Beträchtliches vervielfältigt erſcheint. Findet aber ein Einfluß der Jahreszeiten auf den Carbonſäuregehalt der Atmosphäre wirklich in der Ordnung ſtatt, wie ihn v. Sauſſure's Verſuche annehmen laſſen, ſo muß derſelbe doch ſehr beſchränkt ſeyn: durch die beſtändige Bewegung der Luft, der zufolge die Verbreitung jeder übermäßigen Gasanhäufung in den ganzen Luftraum ſehr befördert wird. Indeß widerſetzt ſich gerade die Carbonſäure unter allen atmosphäriſchen Gaſen ſolcher Verbreitungsbeförderung darum am kräftigſten: weil ſie mit der größten Dichte und daraus erwachſenden Senkung die relativ ſtärkſte Adhäſion verbindet zu feſten, zumal pflanzlichen und erdlichen Maſſen, und auſſerdem noch eine nicht minder mächtige Cohäſion (Zähflüſſigkeit) ihrer Theilganzen (Theile) beſitzt. Thenard's Verfahren: den Carbonſäuregehalt der Luft zu beſtimmen, weicht von dem v. Sauſſure'ſchen dadurch ab, daß es in kürzerer Zeit zum Ziele führt, und in dieſer Hinſicht dem oben von mir mitgetheilten (abgeänderten v. Humboldt'ſchen) ſich nähert. Man begiebt ſich, T. zufolge, an den Ort, deſſen Luft man unterſuchen will, mit einem 10 — 12 Liter haltenden, mit einem Hahne

ſtellt, ſo ſcheinen doch v. Sauſſure's neueren Verſuchen gemäß die zu ſolcher Herſtellung erforderlichen Zeiträume weiter auseinander zu liegen, als man, bisherigen Beobachtungen gemäß zu glauben Urſache hatte. Allerdings war das bisherige Verfahren der Meſſung des Sauerſtoffgehalts der atmosphäriſchen Luft denſelben Mängeln unterworfen, wie das ſonſt gewöhnliche der Carbonſäurebeſtimmung, indeß kann für die meiſten Fälle eine der erſteren von den vorigen Einrichtungen ähnelnde, ungebogene Röhrenvorrichtung dazu dienen, jenen Gehalt mit großer Schärfe zu beſtimmen, wenn man ſtatt der Barytlöſung eine geſättigte Löſung von mit Schwefel geſättigter Kali- oder Natron-Schwefelleber anwendet, die man zuvor mit Stickgas geſchüttelt hatte; ſie entzieht der zuvor von Kohlenſäure befreieten, darauf ausgewaſchenen und in die mit

---

verſehenen Ballon, nimmt eine Luftpumpe mit, die mittelſt eines biegſamen Rohres an den Ballon befeſtigt werden kann. Man macht den Ballon luftleer, öffnet dann den Hahn und erhält ſo einen mit der Luft des Ortes (zum Theil aber auch mit der durch die Pumpe nicht gänzlich herausgeſchafften Luft) gefüllten Ballon, von bekanntem Cubikinhalt, unter bekannter Temperatur und Luftdruck. Man gießt nun in den Ballon 300 bis 400 Gramm wäßriger Barytlöſung, verſchließt ihn und ſchüttelt ihn dann wenigſtens 10 Minuten lang. Es bildet ſich carbonſaurer Baryt und die rückſtändige Luft iſt carbonſäurefrei. Man macht den Ballon wieder luftleer, füllt ihn von Neuem mit Luft deſſelben Beobachtungsortes, ſchüttelt dieſe wieder mit der Barytlöſung und wiederholt dieſe Verrichtung wenigſtens 20 — 30 mal. Man wägt endlich ſämmtlichen entſtandenen carbonſauren Baryt, ſummirt ſämmtliche zu deſſen Bildung verwendete Luftvolumina und berechnet nun aus der bekannten Zuſammenſetzung des carbonſauren Baryt's die dem Geſammtvolum, oder jedem Einzelvolum zukommende Menge des Carbonſäuregaſes. Thenard erhielt auf ſolche Weiſe aus 288,247 Liter Luft, bei 12 5 C. und unter einem Luftdruck von 0,76 Meter 0,966 Gramm carbonſauren Baryts, welche Menge 0,2158 Carbonſäure entſpricht. Mithin enthielten 10,000 Raumtheile jener Luft 3,71 Carbonſäure; oder 10,000 Gewichtstheile derſelben 6,03 Carbonſäure. T's Verſuche wurden im December 1812 an einem heiteren Tage angeſtellt, und mit einer Luft, die auf der Spitze eines kleinen, von jedem bewohnten Orte entfernt liegenden Hügels geſchöpft worden war. Indeß läugnete T. ſelbſt nicht die Möglichkeit: daß bei dieſem Verſuche eine Portion Carbonſäure der Einwirkung des Baryts entgangen ſey, und indem er ſeine desfallſigen Beſorgniſſe mittheilte, veranlaßte er dadurch v. Sauſſure zu deſſen oben beſchriebenen Verſuchen.

reinem Merkur gefüllte Röhre gebrachten atmoſphäriſchen Luft den Sauerſtoffgeſtalt bis auf $\frac{1}{1000}$, iſt leicht und ſchnell anzuwenden und darum allerdings der Empfehlung werth. Statt der Schwefelleber habe ich mich neuerlich des Zinn= (oder auch Bley=) Amalgam bedient, zu gleichem Zwecke mit ſchnellem und ſicherem Erfolge; vergl. K. XVI. 336. Früherhin ſind nacheinander verſchiedene Sauerſtoff: ſchnell anziehende Subſtanzen in Anwendung gekommen, und unter dieſen hat beſonders Volta's Waſſerſtoffeudiometer viel Beifall gefunden; indeß fordert es einen ziemlich zuſammengeſetzten Apparat, und die letzten Reſte des (durch Wegnahme der erſteren Portionen ſehr verdünnten Sauerſtoffs) ſind muthmaaßlich doch auch auf dieſem Wege nicht hinwegnehmbar. Vermöchte man die zu prüfende Luft in demſelben Verhältniß fortſchreitend zuſammen zu drücken, in welchen ſie durch den Sauerſtoff (oder bei dem Anthrokometer: durch die Kohlenſäure verſchluckende Subſtanz) verdünnt wird, ſo würde man zu hieher gehörigen genaueſten Beſtimmungen gelangen. Denkbar iſt eine dergleichen Vorrichtung wohl; vielleicht findet ſich ein Mechaniker, der ſich an ihre Darſtellung macht. Die Verbindung einer in der Torricelliſchen Leere hängenden Merkurſäule mit der oxymetriſchen Vorrichtung, würde vielleicht am ſicherſten zum Ziele führen; d. h. man würde die genaueſten Ergebniſſe erlangen, wenn man die Luft des offenen Endes, z. B. eines Heberbarometers abſperrte, mäße, deſoxygenirte und wieder mäße *).

---

*) Hinſichtlich der Geſchichte der Oxymetrie oder Eudiometrie hebe ich folgende Stelle meiner „Einleitung in die neuere Chemie" hier aus, da dieſes Buch wohl in den Händen der wenigſten Meteorologen ſeyn dürfte. „Unter der Benennung Eudiometer, oder richtiger Oxymeter (Luftgütemeſſer, Luftgüteprüfer, Sauerſtoffmeſſer), verſteht man jede Vorrichtung, welche dazu beſtimmt iſt „den Sauerſtoffgehalt der atmoſphäriſchen Luft zu meſſen," vergl. J. F. Luz Anweiſ. d. Eudiometer d. Abbé Fontana zu verfertigen ꝛc. Nürnb. 1784. 8. J. A. Scherer Geſch. d. Luftgüteprüfungslehre (Eudiometrie oder Oxymetrie) I—II. Band. Wien 1785. 8. G. A. Kohlreif Abhandl. von der Beſchaffenheit u. dem Einfl. der Luft ꝛc. 2te Aufl. Weißenfels und Leipzig 1800. 8. Scheele entzog zuerſt der eingeſperrten atmoſphäriſchen Luft mittelſt eines feuchten Gemenges aus Eiſenfeile und gepulvertem Schwefel ihren Sauerſtoff, und gab ſo die Veranlaſſung zur Erfindung der Oxymetrie. Das älteſte unter den nach und nach bekannt gewordenen Oxymetern iſt das Salpetergasoxymeter, welches Prieſtley erfand und Fontana und v. Sauſſure d. ä. weſentlich verbeſſerten. Prieſtley ſtützte ſeine Erfindung auf eine Wahrnehmung von Stephan Hales (Statik der Gewächſe, S. 128, 224. Halle 1748. 4.), der zufolge das Salpetergas das

4) Bei Anwendung der **Schwefelleberlöſung** als oxymetriſches Mittel darf man nicht unbeachtet laſſen;

---

damit in Berührung gebrachte Sauerſtoffgas verſchluckt, und ſich damit zu einem rauchartigen Gemiſche von Salpeterſäure und Salpetergas (ſogenannter ſalpetrichter Säure) vereinige. Die vielen Unvollkommenheiten, welche man beim Gebrauche dieſes Oxymeters bemerkte (vergl. F. Berger's hieher gehörende Bemerkungen in Gehlen's N. Allgem. Journ. der Chem. II. S. 441 ff. und Gay-Luſſac's Bemerk. in Gilbert's Ann. XXXVI. S. 37, 39 ff., 47, denen zufolge jedoch bei genauer Operation, namentlich beim Gebrauch eines weiten Cylinderglaſes, bei Anwendung des etwas in Uebermaaß vorhandenen Salpetergaſes, bei Vermeidung des Umſchüttelns und beim Umfüllen des Rückſtandes in ½ bis 1 Minute in die Maaßröhre, ¼ der Abſorption den Sauerſtoffgehalt mit einer Genauigkeit angebe, die über 0,01 hinausgehe ꝛc.), veranlaßten Pelletier das ſalzſaure Zinn, Seguin, Reboul, Lavoiſier, von Humboldt, Giobert, Berthollet, Gren und Parrot den Phosphor, ſpäterhin, da man auch bei dieſem als oxymetriſche Subſtanz Unbequemlichkeiten und Unvollkommenheiten bemerkte, Guyton Morveau, Hope und v. Humboldt das Schwefelkali, Berthollet die Schwefelkalilöſung und Volta das Waſſerſtoffgas als oxymetriſche Subſtanz vorzuſchlagen und zum Gebrauche einzuführen; vergl. oben und Gehler's phyſ. Wörterbuch, II. B. S. 89 ff. Art. Eudiometer, Seguin in Gren's Journ. d. Phyſ. VI. S. 48 ff. Reboul in Gren's N. Journ. d Phyſ. I. S. 374 ff. Guyton-Morvean a. a. O. III. S. 138 ff. F. A. v. Humboldt's Verſ. über die chemiſche Zerlegung d. Luftkreiſes. Braunſch. 1799. 8. F. W. Voigt's Verſ. krit. Nachträge und Supplemente zur Lutz'ſchen Beſchreib. älterer und neuerer Barometer und meteorolog. Werkzeuge. S. 308 ff. Leipz. 1802. 8. Parrot in Gilbert's Ann. XIII. S. 174 ff. Gay-Luſſac und von Humboldt in Gehlen's N. Allg. Journ. d. Chem. V. S. 55 ff. Oerſtedt's Kritik d. Eudiometrie; a. a. O. S. 365 ff. Berthollet über einige Vorſichtsmaaßregeln, welche man beim Gebrauch des Volta'ſchen Eudiometers zu beobachten hat; Gilbert's Ann. XXXIV. S. 452. (Deſſelben Bemerk., daß Sperrung mit Waſſer mehr Genauigkeit gebe als Sperrung mit Merkur S. 458; daß letztere Sperrungsart aber nöthig ſey, wo man es mit kohlenſaurem Gaſe zu thun hat, S. 392 u. deſſen Verfahren bei eudriometriſchen Verſuchen dieſer Art mit Kohlenwaſſerſtoffgas und Berechnung, S. 397, 430 ff.). — Es muß hierbei bemerkt werden, daß man bisher faſt allge-

a) daß die kaltbereitete Löſung von leberbrauner, faſt muſchlichen Bruch darbietender, Schwefelleber (bereitet aus 1 Schwefel-

---

mein annahm, „daß die atmosphäriſche Luft ein gleichförmiges chemiſches Gemiſch ſey, und überall daſſelbe Beſtandtheilverhältniß, nämlich 0,78 — 79 Stickgas, 0,21 Sauerſtoffgas, etwas kohlenſaures Gas und etwas Waſſer, habe;" dagegen ſtreiten indeſſen Dalton's Entdeckungen über die Natur der Verdunſtung, Gasmiſchung ꝛc., vergl. Benzenberg (und Gilbert) über den Einfluß der Dalton'ſchen Theorie auf die Eudiometrie; Gilbert's Ann. XLII. S. 176 ff. Da man vor einiger Zeit Gay-Luſſac's und von Humboldt's Verſuchen zufolge dem Volta'ſchen Waſſerſtoffgas-Eudiometer vor allen anderen den Vorzug geben zu müſſen glaubte, ſo halten wir es für nothwendig, Folgendes über die Einrichtung und den Gebrauch deſſelben zu bemerken (dabei auf Fiſcher's Abhandl., Beſchreibung des Volta'ſchen Eudiometers; im Magaz. der Geſellſch. naturforſch. Freunde in Berlin. Jahrg. 1810 und auf die obigen Schriften verweiſend). Es beſteht aus einer etwa 12" langen ſehr ſtarken Glasröhre, an deren oberen Theil eine ſtarke, mit einem luftdicht ſchließendan Hahn verſehene Meſſinghülſe angeküttet iſt; hierauf befindet ſich eine trichterförmige Schale, wodurch, nachdem man ſie zuvor mit Waſſer gefüllt und den Hahn geöffnet hat, das nach dem Verſuche zurückbleibende Gas in eine, mit einer Scale verſehene Glasröhre heraufgelaſſen und gemeſſen werden kann. Am unteren Theile der Glasröhre iſt ebenfalls ein luftdicht ſchließender Hahn angebracht, der mit einem unterwärts ſtehenden meſſingenen Trichter (der zugleich den Fuß des ganzen Geräths ausmacht) verſehen iſt, an welchem ſich eine luftdichte Schraube befindet, um durch das Oeffnen derſelben die unter dieſem Trichter noch vorhandene Luft heraus zu laſſen. Oben an der einen Seite der oberen Hülſe iſt ein, durch eine Glasröhre gehender mit einem Knopfe verſehener Drath angebracht, um das in der Glasröhre vorhandene Gasgemiſch zu entzünden, und damit der elektriſche Funke innerhalb des Gaſes gehörig überſchlage, befinden ſich inwendig an der obern und unteren Hülſe der Glasröhre zwei Meſſingſtreifen. Auſſerdem gehört zu dieſem Oxymeter eine kalibrirte, mit einer Scale verſehene Röhre und ein genaues Maaß, welches mit dem Inhalte der Röhre correſpondirt. Bei damit anzuſtellenden Verſuchen füllt man durch den oberen, zuvor geöffneten Hahn die Glasröhre mit Waſſer, ſchließt nun den oberen Hahn, ſetzt das ganze Geräth in die pneumatiſche Wanne, öffnet dann den unteren Hahn, und läßt die noch unter dem Trichter oder Fuße befindliche Luft mittelſt Oeffnen der erwähnten Schraube heraus, ſchließt dieſe

blumen und 2 trocknem, baſiſch-kohlenſaurem Kali: durch gelinde Schmelzung und ruhiges Fließen der geſchmolzenen Maſſe im bedeck-

---

wieder, läßt jedoch den unteren Hahn offen und füllt nun auf der pneumatiſchen Brücke das Geräth mit den Gaſen, welche man jedesmal zuvor (mittelſt des Maaßes) genau abmißt. Hierauf ſchließt man den unteren Hahn ebenfalls, nimmt die ganze Vorrichtung aus der Wanne, und entzündet das Gas auf einmal durch einen mittelſt des Knopfdrathes aus einem Elektrophor oder geladenen Conductor der Elektriſirmaſchine abgeleiteten elektriſchen Funken. Göttling hat ein ähnliches wohlfeileres, jedoch minder genaue Verſuche zulaſſendes Geräth vorgeſchlagen; vergl. deſſen Elementarb. d. chem. Experimentirk. I. S. 56 — 58. Auſſer den angeführten Schriften ſiehe Berthollet's Phosphoreudiometer: verglichen mit dem Waſſerſtoffeudiometer Volta's; Schweigger's Journ. I. S. 142. Eudiometriſches Verfahren mit Salpetergas; a. a. O. I. S. 92 ff. Th. v. Grotthuß über die Grenzen der Verbrennlichkeit gasförmiger Flüſſigkeiten; ebendaſ. III. S. 129 und Nachtrag zu dieſen Verſuchen IV. S. 238 ff. F. C. Vogel Vereinfachung des Volta'ſchen Eudiometers, Angabe einiger Vorſichtsmaaßregeln bei deſſen Gebrauch und über das wahre Verhältniß der Beſtandtheile des Luftkreiſes; a. a. O. V. S. 265 ff. Dieſe Vorſichtsmaaßregeln beziehen ſich auf die Prüfung der Richtigkeit der Meßröhre (die z. B. beim Meſſen der Luft kein Waſſer mehr enthalten darf), die Reinheit des ausgekochten Sperrwaſſers (der pneumatiſchen Wanne) und die Beobachtung einer völligen Gleichheit der Temperatur. — Hat man 50 Theile atmosphäriſche Luft mit 25 Theilen (durch Schütteln mit feuchter Kohle geruchlos gemachtes und dann wieder getrocknetes) Waſſerſtoffgas, alſo im Ganzen 75 Theile Luft entzündet, und es bleiben 43,5 Rückſtand, ſo ſind 75 — 43,5 = 31,5 verſchwunden, und da der verſchwundene Theil dem Volum nach, gemäß dem Beſtandtheilverhältniß des Waſſers, aus $\frac{1}{3}$ Sauerſtoff und $\frac{2}{3}$ Waſſerſtoff zuſammengeſetzt iſt, ſo hat man 31,5 : 3 = 10,5 in 50 Theilen und mithin 21 Theile Sauerſtoff in 100 Theilen atmosphäriſcher Luft anzunehmen (a. a. O. S. 274). Um die Richtigkeit der Meßröhre zu prüfen, verbrennt man verſchiedene (jedoch nicht über die natürliche Grenze der gänzlichen Verbrennlichkeit beider Gaſe hinausgehende) Quantitäten ein und deſſelben Waſſerſtoff- und atmosphäriſchen Gaſes. Geſetzt man habe dem Obigen zufolge einen Rückſtand von 43,05 (= 21 Theilen Sauerſtoff) erhalten, ſo wird, wenn 50 Theile derſelben atmosphäriſchen Luft mit 50 Theilen Waſſerſtoffgas verpufft werden, ein Rückſtand von 68,5 bleiben müſſen, denn 100 — 68,5 = 31,5 und 31,5 : 3 = 10,5 und 10,5 × 2 = 21 = dem Sauer-

ten heſſiſchen Schmelztiegel und nachfolgendes Ausgießen der zuvor vom Feuer entfernten Maſſe in einen mit etwas fettem Oel ausgeſtrichenen meſſingenen Mörſer oder Gießpuckel) und 8 Waſſer, zuvor mit Stickgas, oder da deſſen Darſtellung und Umfüllung in das die Schwefelleberlöſung enthaltende Gefäß Schwierigkeiten macht, ſtatt deſſen mit atmosphäriſcher Luft ſtark geſchüttelt werde, damit ſie ſich mit Stickgas ſättige und nicht mehr oder weniger verſchlucke von dem Stickgaſe jener Luft, welche man auf Sauerſtoffgehalt prüfen will, und die man mit der Schwefelleberlöſung im Verhältniß von 4 zu 1 in der Meßröhre zuſammenbringt. Letzteres erfolgt am einfachſten dadurch, daß man die trockne, reine Röhre zuvor mit trocknem reinem Merkur füllt, dieſes an dem Orte, deſſen Luft unterſucht werden ſoll, wieder herauslaufen läßt und dann den 5ten Maaßtheil des Inhalts der Röhre mit der Schwefelleberlöſung füllt; man verſchließt die Röhre hierauf luftdicht entweder mit der zuvor mit etwas Baumöl überſtrichenen Unterfläche des erſten Gliedes des Daumens der üblichen Hand, oder genauer mit einem zuvor in Wachs ausgekochten geſunden Korkſtöpſel, merkt ſich die Tiefe, bis zu welcher dieſer Stöpſel in die Röhre taucht (und mithin: um wie viel er die Luftſäule verkürzt) ſchüttelt nun das Ganze 5—8 Minuten hindurch, öffnet die Röhre entweder unter einer der vorigen gleichkommende Schwefelleberlöſung, oder, minder zweckmäßig, unter reinem Waſſer, und ſieht nun nach: um wie viel die Luft zuvor durch das Schütteln mit der Schwefelleberlöſung an Volum verloren hat, was dann, falls der Kohlenſäuregehalt derſelben zuvor ermittelt war und jetzt mithin in Abzug gebracht werden kann, als Sauerſtoffgas in Rechnung zu nehmen iſt. Man muß indeß hiebei berückſichtigen das Niveauverhältniß beider tropfbarer Flüſſigkeiten, der in der Röhre und jener auſſerhalb derſelben, ſo wie nicht minder den jedesmaligen Barometerſtand (desgleichen die durch den Stöpſel gegebene urſprüngliche Luftſäulenverkürzung, die am beſten gleich von vorn herein in Abzug kommt). Hat man die Röhre nach deren Oeffnung nicht ſo tief in das Sperrwaſſer hinabgedrückt, daß beide Waſſerſpiegel, der innere und der äuſſere gleich hoch ſtehen (dieſelbe horizontale Ebene

---

ſtoffgehalt in 100 Th. atmosphär. Luft. Beträgt der Rückſtand mehr oder weniger als 68,5, ſo iſt die Eintheilung der Meßröhre falſch. Durch mehrere Verſuche mit verſchiedenen Mengen von einerlei Gasarten, läßt ſich dann leicht auffinden, in wie weit die Meßröhre richtig iſt; denn oft kann der Fehler nur zwiſchen 3—4 Abtheilungen liegen und die übrigen Abtheilungen der Röhre können dennoch richtig ſeyn. Hat man eine Meßröhre, die bei einem gewiſſen Volum von Waſſerſtoffgas und atmosphäriſcher Luft genau 0,21 Sauerſtoff in, im Freien geſchöpfter, atmosphäriſchen Luft anzeigt, ſo kann man die Stelle, die der Rückſtand in der Meßröhre einnimmt, als eine Normalſtelle annehmen, und die übrigen darnach rectificiren.

mit ihren Rändern berühren), was dann nur noch die Berechnung des Einfluſſes des Barometerſtandes auf die Ausgedehntheit der hinterbliebenen Stickgasſäule übrig läßt, ſo dient zu dieſer Beſtimmung nachſtehende einfache Formel: es bezeichne d die Höhe des innern Niveau über dem äuſſern in par. Zollen, b den gegebenen Barometerſt. in p. Zollen, $\frac{1}{m}$ das Eigengew. des Sperrungsmittels, das des Merk. von 14° R. = 1 geſetzt, a das Volum des Gaſes im ausgedehnten Zuſtande und v jenes wahre unter dem äuſſeren Luftdrucke, ſo iſt

$$b = b\frac{v}{a} + d \cdot \frac{1}{m} \text{ folglich } v = \frac{a\left(b - d \cdot \frac{1}{m}\right)}{b};$$ vgl. G. Biſchof in Schweigger's Journ. XIX. 166 u. XLI. 346.

b) Daß das Metall, zumal Meſſing, wenn es etwa als Hülſe der Meßröhre hiebei mit in Anwendung kommt, auch im Falle es zuvor mit Fett überſtrichen oder mit dünnem Copalfirniß überzogen worden, von der Schwefelleberlöſung bei einigermaaßen andauernder Berührung leicht angegriffen und verderbt (auf der Oberfläche geſchwefelt) wird. Auch darf ungefirnißtes (gleichviel ob naktes, oder vergoldetes) Meſſing nicht mit Merkur in Berührung kommen, weil es ſonſt leicht oberflächlicher Amalgamirung unterliegt; nur Eiſen- (und Stahl-) auch reines blankes Kupfergeräth erhält ſich im trocknen Merkur unangefochten; ſind hingegen in Waſſer gelöſte Oxyde, zumal Säuren, dabei mit in Berührung, ſo erfolgt theils beſchleunigte Oxydation (Roſtung) theils — nach Umſtänden — auch wohl wirkliche Amalgamation; vorzüglich des Kupfers. Hierüber, ſo wie über die verſchiedenen Arten der Schwefelleber, deren Bereitung, Zuſammenſetzung und Wirkung (Oxydation des in ihnen enthaltenen Leicht- oder Laugmetalls, auf Koſten des von der Schwefelleberlöſung verſchluckten Sauerſtoffgaſes; nebſt Waſſerzerlegung, bei Mitanweſenheit von Säuren, und dadurch vermittelte weitere Oxydation des Metalls und Hydrogenation des Schwefels, welcher letztere daher den den faulen Eiern gleichkommenden Schwefelwaſſerſtoffgeruch verbreitet) vergl. m. Theorie der Polytechnochemie I. 80, 408, 416 und II. 115, 177—187. Eiſenach 1828. 8.; c) daß die ihrem Sauerſtoffgehalte nach auf dieſem Wege geprüfte Luft als mit Waſſergas (Waſſerdampf) geſättigt zu betrachten iſt*).

---

*) Viele ziehen das Phosphoroxymeter ſowohl dem Schwefelleber- als dem Volta'ſchen Eudiometer vor, weil es bequemer zu handhaben iſt; indeß giebt es den Sauerſtoffgehalt nie mit ſolcher Schärfe an, als letztere beide. Man bringt zu dem Ende in einer engen graduirten Röhre, über Merkur 100 Volumtheile Luft in Berührung mit einem (an einem dünnen Eiſendrath befeſtigten) Phosphorſtengel, nachdem zuvor (ehe man die Röhre unter dem Merkurſpiegel durch Wegziehen des Fingers für das Merkur geöffnet hatte) etwas

5) Der Stickgasgehalt des ſeinem Sauerſtoff und Carbonſäuregehalte nach beſtimmten Luftvolums ergiebt ſich aus dem Volum

---

Waſſer in die Röhre getröpfelt worden war, um die ſich bildende Phosphorſäure ſchnell zu löſen und die darunter befindliche Phosphorfläche eben ſo ſchnell der erneuerten Einwirkung der übrigen eingeſchloſſenen Luft der Meßröhre preiszugeben; mittelſt dieſes Handgriffs erfolgt die Sauerſtoffentziehung ziemlich ſchnell; ſie iſt beendet, wenn der Phosphor im Dunkeln nicht mehr leuchtet. Man zieht ihn nun mittelſt des Eiſendrathes durch das Merkur hindurch zur Röhre heraus, ſchüttelt dieſe (ſie zuvor mit dem Daumen der die Röhre haltenden Hand abſperrend) einige Secunden hindurch, um den Phosphordampf niederzuſchlagen, öffnet ſie dann wieder unter dem Merkurſpiegel und mißt den Gasrückſtand. Im Sommer dauert dieſer Verſuch oft nur wenige Minuten, bei kalter Winterluft hingegen wohl gegen 5 Stunden. In beiden Fällen pflegt der gaſige Rückſtand gegen 79 Volumtheile zu betragen. — Meinecke, Prout u. e. A. glaubten: das durch dieſe und ähnliche Verſuche ſich ergebende Beſtandtheilverhältniß von

21 Maaß Sauerſtoffgas
79 — Stickgas

(neben denen ſtets einigen Tauſendtheilchen Carbonſäure und wechſelnde Mengen Waſſergas mit vorkommen) nähere ſich dem von 20 zu 80 oder von 1 zu 4 in ſolchem Grade auffallend, daß man jene beiden Hauptgaſe der Luft betrachten dürfe: als ſeyen ſie in ihr zu einem chemiſchen- oder Miſchungsganzen in beſtimmten Verhältniſſen verbunden, (ohngeachtet ſie ſich chemiſch überall nur als ein Gemenge von beiden Gaſen verhält, und z. B. durch Waſſer in ungleichen Verhältniſſen verſchluckt wird — indem daſſelbe mehr Sauerſtoffgas als Stickgas einſaugt und daher eine Luft enthält: die ſauerſtoffreicher iſt, als die freie, gaſige; vergl. I. dieſ. Hdbs.); Dulong's Einwürfe haben jedoch dieſe, im Ganzen genommen nur eine kurze Zeit hindurch von Wenigen angenommene Meinung widerlegt. D. entgegnete nämlich, auſſer der von dem Wirkungsverhältniß des Waſſers entlehnten Folgerung, daß alle chemiſch zuſammengeſetzte Gaſe entweder ein größeres oder ein geringeres, aber nie ein ſolches Lichtſtralenbrechungsverhältniß beſitzen, als jenes iſt, welches ſie ihren Elementen zufolge haben ſollten, wenn dieſelben nur phyſiſch mit einander verbunden erſcheinen. Die Luft beſitzt dagegen ein Stralenbrechungsverhältniß, welches dem gleichkommt, das ſie darbieten müßte, wenn das Mittel genommen würde aus dem Brechungsvermögen des Stickgaſes und des Sauerſtoffgaſes, wenn beide im Verhältniß wie 79 zu 21 gemengt wären. — Gay-Luſſac fand jedoch dieſes,

des hiebei nicht verſchluckten Luftantheils. Nach Fiſcher's neueren Beobachtungen verſchlucken die Auflöſungen des Goldes und des Pallad's atmosphäriſches Stickgas, indem ſie an daſſelbe Sauerſtoff abtreten, und entlaſſen dadurch ihre Metalle (Gold, Pallad) im ſog. regulinkſchen (unverbrauntem) Zuſtande: K. XVIII. 150 ff. Indeß findet dieſe Art poſitiver Einwirkung des Stickſtoffs und dadurch vermittelte Zerſetzung der Luft durch Azotentziehung in ſolchem Grade langſam ſtatt, daß ſie ſich durchaus nicht eignet zum azotometriſchen Mittel. Solches würde zur Zeit allein nur gewähren: Bizzio's Erythrogen. B. fand dieſe merkwürdige Subſtanz in der Gallenblaſe einer an Gelbſucht verſtorbenen Perſon. Sie betrug gegen 4,157 der Galle, kryſtalliſirte in regelmäßigen rhomboidalen Parallelepipiden, iſt durchſichtig, zähe, biegſam, fühlt ſich fettig an, hat 1,57 Eigengewicht, riecht widrig, faulen Fiſchen ähnlich und verſchluckt begierig nicht nur das Stickgas der atmosphäriſchen Luft, ſondern ſelbſt auch jenes der Salpeterſäure (aus der letzteren Sauerſtoff entbindend); durch erſtere Azotaufnahme ſich röthend,

---

Verhältniß beider Hauptgaſe noch in einer Höhe von 7000 Meter über Meeresfläche. Vergl. I. a. a. O. Die bis jetzt bekannten gaſigen chemiſchen Verbindungen beider Gaſe ſind übrigens:

1) das Azotoxydul (Syn. oxydulirtes Stickgas, oxydirtes Stickgas; Lachgas; Luſtgas; dephlogiſtiſirte Salpeterluft; vergl. I. 421) es iſt farb- und geruchlos, ſchmeckt ſüßlich, macht Menſchen und Thiere beim Athmen trunken (wirkt betäubend) unterhält die Verbrennung ſehr lebhaft und beſſer als atmosphäriſche Luft, entflammt z. B. glimmende Kerzen, verwandelt ſich, hoher Temperatur ausgeſetzt, in ſalpetrichte Säure und Stickgas, iſt im Waſſer ziemlich löslich (letzteres verſchluckt davon ungefähr die Hälfte ſeines eigenen Volums) mehr noch in Alkohol und beſteht aus 1 Volum Stickgas und $\frac{1}{2}$ Vol. Sauerſtoff durch Miſchung verdichtet zu 1 Vol. (ſeine Dichte iſt gleich 1,5269 die der Luft gleich 1,0000 geſetzt);

2) das Azotoxyd (Syn. Stickoxyd; Salpetergas). Farblos, wahrſcheinlich auch nicht riechbar, von 1,039 Eigengewicht, brennende Körper verlöſchend, athmende Weſen erſtickend (hineingetauchte Thiere plötzlich lähmend), ſchon in kleinen Mengen der Luft beigemiſcht, ſie verderbend. Sobald es mit Sauerſtoffgas (alſo auch mit atmosphäriſcher Luft) zuſammenkommt, geht es plötzlich in dunkelroth dunſtige ſalpetrichte Säure über, die als ſolche ſchnell vom Waſſer verſchluckt und dann farblos wird, Lakmus röthet. Es beſteht das Azotoxyd aus gleichen Maaßtheilen Sauerſtoffgas und Stickgas, ohne Verdichtung. Vgl. oben S. 70 Anm.

durch letztere Purpurfarbe annehmend; letzteres widerfährt ihm auch, wenn es das Ammon (unter Waſſerſtoffentwickelung) zerſetzt. In allen dieſen Fällen ſcheint es eine dem Blutroth (m. Polytechnochemie I. 247) ähnelnde Maſſe zu bilden. Ueber ſein weiteres, zum Theil höchſt merkwürdiges Verhalten zum Alkohol und fetten Oelen, zur Wärme, zum Schwefel, Phosphor und verſchiedenen Säuren, vergl. a. a. O. 247 und 248 Anm. Vielleicht enthält die Subſtanz faulender Fiſche denſelben krankhaften Bildungstheil?

6) Einen beſonderen Zweig der praktiſchen Meteorologie bildet in unſerer Zeit die Pſychrometrie, in ſofern dieſelbe beſtimmt und zweifellos zu leiſten verſpricht, was die bisherige Hygrometrie nur unvollkommen und annäherungsweiſe darzuthun verſuchte. Profeſſor Auguſt zu Berlin hat das Verdienſt dieſem höchſtwichtigen Zweige der ausübenden Meteorologie einen weſentlichen Vorſchub geleiſtet zu haben: durch ſeine (zu Berlin, 1828 in 4) erſchienene Abhandlung: Ueber die Anwendung des Pſychrometers zur Hygrometrie. Um das Kennwerthliche dieſer Erfindung und der ſie ſtützenden Entdeckungen zu bezeichnen, möge folgende, der genannten Schrift entlehnte Anfangsſtellen dienen: „Barometer und Thermometer ſind zu einer Vollkommenheit ausgebildet, die man früher nicht ahnete und haben mit ihrer Vervollkommnung zugleich zu einer umfaſſenderen Anwendung in verſchiedenen Gebieten phyſikaliſcher Forſchung Veranlaſſung gegeben. Beſonders iſt das Thermometer eins der vielſeitigſten Inſtrumente geworden, indem es zugleich als Barometer, Photometer, und nach Leslie's ſinnreicher Erfindung auch als Hygrometer benutzt werden kann. Beſonders wichtig iſt der letztgenannte in neuerer Zeit nach Le-Roi und Leslies Vorgange von vielen Seiten wieder angeregte Gebrauch deſſelben zur Hygrometrie; weil dadurch die eben ſo unſichren als mühſelig conſtruirten und berechneten Inſtrumente von v. Sauſſure und De Luc entbehrlich gemacht werden, über deren aus der Vergänglichkeit der angewandten organiſch-hygroscopiſchen Subſtanz entſpringenden Veränderlichkeit ſchon lange Klage geführt worden.

Le-Roi war der erſte*), welcher vorſchlug die Temperatur zu beobchten, bei welcher ein mit Waſſer gefülltes Glas zu beſchlagen anfange, wenn man die Temperatur der Flüſſigkeit durch kältende Miſchung fortdauernd erniedrige. Dies wurde ein Mittel die Temperatur zu erfahren, bei welcher ſich der jedesmal in der Luft vorhandene Waſſerdunſt zum Theil in tropfbares Waſſer verwandeln müßte. Man nennt dieſe Temperatur den Condenſationspunkt oder ſehr paſſend mit den Engländern den Thaupunkt des in der Luft enthaltnen Dunſtes, den wir der Kürze wegen den atmosphäriſchen Dunſt nennen wollen. Unſtreitig brachte die Mangelhaftig-

*) Vergl. Sauſſ. Hygrom. §. 56. (Leipz. 1784. S. 67.)

keit der erſten Verſuche dieſen zweckmäßigen Vorſchlag wieder in Vergeſſenheit, denn daß hier bei demſelben Zuſtande der Atmosphäre Abweichungen mehrerer Grade eintreten mußten, ſieht jeder leicht ein, der das ſchlechte Leitungsvermögen des angewandten Waſſers, die Entfernung des Thermometers vom Glaſe u. dgl. m. genauer berückſichtigt.

Dalton, dem die Verdunſtungslehre ſehr wichtige Aufſchlüſſe verdankt, erhob indeß dieſe Methode dadurch wieder, daß er durch unmittelbare Verſuche den Zuſammenhang der Temperatur mit der Expanſionskraft des Waſſerdunſtes am richtigſten darthat, und auf dieſe Weiſe die zu dem durch jenes Verfahren gefundenen Thaupunkt gehörige Expanſivkraft des beobachteten atmosphäriſchen Dunſtes finden lehrte *).

Aber deſſen ungeachtet blieb dieſer Weg der Hygrometrie noch lange unbetreten, zum Theil deshalb, weil Dalton ſeine richtigen Verdunſtungsgeſetze durch andre unrichtige, die er aufſtellte, problematiſch machte; bis Danielle eine Vorrichtung angab, durch welche man den Thaupunkt, wenn auch inner den Gränzen eines Fahrenheitiſchen Grades ſchwankend dennoch bei gehöriger Sorgfalt genügend erhält, um die Richtigkeit und Anwendbarkeit dieſes hygrometriſchen Verfahrens an den Tag zu legen **).

Das Daniell'ſche Schwefelätherhygrometer rief bald eine nicht unzweckmäßige Varietät in dem Körner'ſchen hervor, an welchem die Thermometerkugel ſelbſt, nicht wie bei jenem eine gläſerne oder metallene Umhüllung derſelben den Beobachtungsraum für das erſte Entſtehen der Dunſtcondenſirung hergiebt ***).

Mit dieſen Inſtrumenten hat die Hygrometrie viel gewonnen; da es nun leicht wird, durch die Verdunſtung weniger Aethertropfen diejenige Temperatur zu erfahren, bei welcher der atmosphäriſche Dunſt ſich condenſiren müßte, und durch leichte Rechnung den Waſſergehalt der Luft, den Druck des Dunſtes u. dgl. daraus herzuleiten. Immer aber erfordern dieſe zweckmäßigen Inſtrumente einen Verſuch und erſchweren es beſonders dem Reiſenden, mit der gehörigen Erſparniß an Zeit und Raum eine hinreichende Menge von Beobachtungen anzuſtellen. Schon die Schwierigkeit, die erforderliche Menge von Schwefeläther überall mit ſich zu führen, hemmt den allgemeinen Gebrauch dieſes ſinnreichen und für Verſuche in geſchloſſenen Räumen unerſetzlichen Inſtruments.

---

*) Vergl. oben S. 16.

**) Gilbert Annal. der Phyſ. Bd. 65. S. 169, 403.

***) Ebendaſ. Bd. 70. S. 159. (Vergl. oben S. 48 — 49.)

Erfreulich iſt es daher, in dem von Leslie zuerſt vorgeſchlagenen Verfahren einen Erſatz dieſes Inſtrumentes und ein weit leichteres Mittel zur Erreichung deſſelben Zweckes gewonnen zu haben *). Die mit jeder Verdunſtung verbundene Abkühlung hängt nämlich offenbar von der in der verdunſtenden Flüſſigkeit entſtehenden Wärmebindung ab; da nun dieſe Wärmebindung nothwendig wieder mit der Lebhaftigkeit der Verdunſtung in Zuſammenhang ſteht, und die Flüſſigkeit lebhafter verdunſtet, je trockner, d. h. dunſtfreier die Luft iſt; ſo iſt im Allgemeinen ſchon erſichtlich, daß zwiſchen der beim Verdunſten des Waſſers erzeugten Kälte, die wir Verdunſtungskälte oder kürzer Naßkälte nennen wollen, und dem Feuchtigkeitszuſtande der Luft ein nothwendiger Zuſammenhang ſtatt finden müſſe, und daß die erſte durch den letzten bedingt wird. Dieſen Zuſammenhang näher zu erforſchen und beſonders die Anzeige des Daniell'ſchen Inſtrumentes mit denen eines befeuchteten Thermometers zu vergleichen, iſt ſchon vor drei Jahren ein Gegenſtand meiner Thätigkeit geweſen.

Leslie hatte das von ihm vielſeitig benutzte Differentialthermometer angewandt, und für die Berechnung Regeln angegeben, welche ſich nicht bewährten. Die Schwierigkeit Differentialthermometer zu erhalten, an denen die Temperaturunterſchiede ſich genau meſſen laſſen, und die Nothwendigkeit deſſen ungeachtet ein anderes genaues Thermometer daneben zu beobachten, machte die Anwendung zweier mit einander correspondirenden Thermometer zweckmäßiger. Mit ſolchen, deren Zuſammenſtellung zu dieſem Zweck ich den Namen Pſychrometer (Naßkältemeſſer) zu geben wünſchte, ſtellte ich im Sommer 1825 eine Reihe von Verſuchen an, deren Reſultate ich, mehr um dieſe Beobachtungsmethode in Deutſchland wieder anzuregen, als um durch die mitgetheilte Berechnungsart einen Abſchluß zu machen, öffentlich bekannt machte **). Ich berechnete zugleich auf einem eigenthümlichen Wege die Formel, nach welcher ſich die Expanſion des atmosphäriſchen Dunſtes aus dem zur beobachteten Naßkälte gehörigen Expanſionsmaximum auffinden läßt. Die Entwickelung der Formel ging von dem Grundſatz aus, daß, wenn ein Thermometer befeuchtet wird und die Luft nicht im Maximo des Dunſtes iſt, ſich das die Thermometerkugel umgebende Waſſer in Dunſt verwandelt. Die Wärme, welche es zum Verdunſten braucht, entzieht es theils der Luft, theils der Kugel des Thermometers; dieſes muß daher ſinken. Da ſich nun bei jedem Verſuche der Art ein conſtanter Punkt zeigt, über den das Thermometer nicht ferner hinausſinkt (die Naßkälte), die Verdunſtung aber noch immer fortdauert; ſo iſt offenbar, daß die atmosphäriſche Luft mit Inbegriff des in ihr enthaltenen Dunſtes dadurch, daß ſie ſich in dem kleinen Raum

*) Gilbert Annal. Bd. 5. S. 236. Bd. 15. S. 152, 239, 355.

**) Poggendorff's Annal. d. Phyſ. u. Chemie 1825. 9.

Raum, worin die Verdunſtung geſchieht, von ihrer urſprünglichen Temperatur bis zur Verdunſtungskälte abkühlt, ſo viel Wärme verliert, als der in dieſem Raum neu entſtandene Dunſt bei ſeiner Entwickelung gebunden hat. Daß nämlich das Thermometer durchaus keine Wärme mehr an das umgebende Waſſer abtritt, beweiſet das conſtante Beharren deſſelben auf demſelben Punkte. Die Rechnung gab mir die Formel

$$(b - e') \gamma (t - t') + e'' \delta k (t - t') = (e' - e) \delta \lambda$$

mit den in der Anmerkung *) enthaltenen Werthen der gebrauchten Buchſtaben, welche mit der von Yvory berechneten und mit der

*) Um den Gang der Rechnung anzudeuten, führe ich aus dem frühern Aufſatze darüber Folgendes an: Die Luft um das feuchte Thermometer wird in der nächſten Schicht, die wir ſo klein annehmen können, als wir wollen, die Temperatur des Thermometers annehmen und ſich bei dieſer Temperatur im Dunſtſättigungszuſtande befinden, indem der in ihr ſchon vorhandene Dunſt durch den neu entwickelten bis zum Maximum vermehrt worden iſt. Dieſe unmittelbare Umgebung des Thermometers (ein Raum, etwa von zwei concentriſchen ſehr nahen Kugelflächen begränzt), in der wir gleiche Temperatur mit dem Thermometer und ein Dunſtmaximum annehmen können, wollen wir bei unſrer Betrachtung zunächſt zum Grunde legen. Es befinden ſich in dieſem Raume drei Beſtandtheile: 1) reine atmosphäriſche Luft; 2) atmosphäriſcher Dunſt (ſo will ich die Dunſtmenge nennen, welche die umgebende Luft ſchon enthält); 3) neugebildeter Dunſt. Die erſten beiden Beſtandtheile haben nun offenbar ihre Wärme hergegeben, um die Bildung des dritten zu befördern. Was alſo die reine Luft und der atmosphäriſche Dunſt an Wärme verloren haben, das hat der neugebildete Dunſt bei ſeiner Entſtehung gebunden.

Um nun ſowohl die Wärmebindung von der einen, als auch die Wärmemittheilung von der andern Seite meſſen zu können, wollen wir das Gewicht dieſer dünnen Schicht, als reine Luft unter dem Barometerſtande $n = 28''$ und bei der Temperatur des Gefrierpunktes gedacht, durch ω bezeichnen und als Einheit dieſer Zahl das Gewicht eines Cubikfußes Waſſer bei 0° annehmen. Der jedesmalige Barometerſtand bei der Beobachtung werde durch b, ſo wie die Temperatur der Luft durch t, und die erniedrigte Temperatur der Verdunſtungskälte durch t′ bezeichnet. Ferner ſey e′, die zu der Temperatur t′ gehörige Expanſivkraft des Waſſerdunſtes im Maximo, und e″ die Expanſivkraft des in der Luft vorhandenen Dunſtes.

früher von Gay=Luſſac zu ähnlichen Verſuchen angewandten übereinſtimmt.

In dem bei unſrer Betrachtung zum Grunde gelegten Raume ſtehen reine Luft und Dunſt zuſammen unter dem Drucke b; da aber der Dunſt bei der Temperatur t′ im Maximo iſt, mithin die Expanſivkraft e′ hat, ſo bleibt für die reine Luft der Druck b — e′. Bezeichnen wir nun das Gewicht dieſer reinen Luft mit L, ſo iſt L : ω zuſammengeſetzt aus dem Verhältniß des Druckes b — e′ : n, und aus dem umgekehrten Verhältniß der Wärme 1 : 1 + mt′, wobei m den bekannten Ausdehnungscoefficienten für einen Grad (nämlich 0,00375 bei hunderttheiliger Scala) bezeichnen ſoll. Es iſt alſo:

$$L : \omega = b - e' : n\,(1 + mt') \text{ folglich } L = \frac{b - e'}{n} \cdot \frac{\omega}{1 + mt'}.$$

Der Dunſt, welcher in der angenommenen Schicht, unter dem Drucke e′ ſteht, enthält ſowohl den atmosphäriſchen Dunſt, welcher den Druck e″ hat, als auch den neugebildeten. Der letztere ſteht alſo unter dem Drucke e′ — e″. Nennen wir nun das Gewicht des atmosphäriſchen Dunſtes D, ſo iſt das Verhältniß D : ω aus drei Verhältniſſen zuſammengeſetzt, nämlich: 1) aus dem Verhältniß der Dichtigkeiten δ : 1, wenn wir unter δ das Eigengewicht des Dunſtes gegen trockne Luft verſtehen; 2) aus dem Verhältniß des Druckes e″ : n; 3) aus dem umgekehrten Verhältniß der Temperaturen 1 : 1 + mt′. Es iſt alſo:

$$D : \omega = \delta e'' : n\,(1 + mt'); \text{ folglich } D = \frac{e''}{n} \cdot \frac{\omega\,\delta}{1 + mt'}.$$

Auf dieſelbe Weiſe werden wir das Gewicht des neugebildeten Dunſtes, das durch d bezeichnet werden mag, beſtimmen. Es iſt alſo:

$$d = \frac{e' - e''}{n} \cdot \frac{\delta\,\omega}{1 + mt'}.$$

Wenn nun die Wärmecapacität der Luft = γ bekannt iſt; unter welcher Zahl wir die verhältnißmäßige Wärme verſtehen, welche die Temperatur der Luft um 1° erhöht, auf eine Einheit bezogen, welche die Wärmemenge ausdrückt, die erforderlich ſeyn würde, um einer gleich großen Gewichtmenge Waſſers dieſelbe Temperaturerhöhung zu geben; ſo iſt deutlich, daß die von der Luftmaſſe L, bei dem Uebergange aus

Setzt man in dieſe Formel für die Conſtanten die numeriſchen Werthe; ſo erhält man, wenn die Expanſion in Millimetern und die

---

der Temperatur t in die niedrigere t′ abgetretene Wärmemenge durch

$$L.\gamma\,(t-t') = \frac{b-e'}{n}\cdot\frac{\omega}{1+mt'}\,\gamma\,(t-t')$$

vorgeſtellt wird, zu welcher Zahl als Einheit diejenige Wärmemenge gehört, welche die Temperatur eines Cubikfußes Waſſer um einen Grad erhöhen würde.

Stellen wir eben ſo die Eigenwärme des Waſſerdunſtes für einen Grad durch k vor, ſo iſt

$$D.k\,(t-t') = \frac{e''}{n}\cdot\frac{\delta\,\omega}{1+mt'}\,k\,(t-t')$$

der Wärmegehalt, den der atmosphäriſche Dunſt an die verdunſtende Flüſſigkeit abgetreten hat, auf dieſelbe Einheit bezogen.

Wenn endlich unter λ die latente Wärme des Waſſerdunſtes, d. h. diejenige Zahl verſtanden wird, welche angiebt, um wie viel Grade eine dem gebildeten Dunſt gleiche Gewichtsmenge Waſſers durch die Wärme, welche der Dunſt gebunden hat, erhöht werden kann; ſo iſt offenbar

$$d.\lambda = \frac{e'-e''}{n}\cdot\frac{\delta.\lambda.\omega}{1+mt'}$$

ein Ausdruck, für die durch den neugebildeten Dunſt gebundene Wärmemenge, auf eine Einheit bezogen, welche, wie in den beiden vorigen Fällen, die Wärmemenge beſtimmt, durch die ein Cubikfuß Waſſer um einen Grad erhöht werden kann.

Da nun, wie wir oben erinnirt haben, die von der Luft L und dem Dunſte D abgetretene Wärme der durch den Dunſt d gebundenen gleich iſt; ſo erhalten wir folgende Gleichung:

$$\frac{b-e'}{n}\cdot\frac{\omega}{1+mt'}\gamma.(t-t') + \frac{e''}{n}\cdot\frac{\omega\,\delta}{1+mt'}.k\,(t-t')$$
$$= \frac{e'-e''}{n}\cdot\frac{\delta\,\omega\,\lambda}{1+mt'}$$

oder mit Auslaſſung der gleichen Factoren zu beiden Seiten:

$$(b-e)\,\gamma\,(t-t') + e''\,\delta\,k\,(t-t') = (e'-e'')\,\delta\,\lambda$$

Temperatur in hunderttheiligen Graden ausgedrückt wird, folgende Gleichung

$$e'' = \frac{1 + 0{,}00077832\ (t - t')}{1 + 0{,}0015400\ \ (t - t')}\, e' - \frac{0{,}00077822\ (t - t')}{1 + 0{,}0015400 (t - t')}\, b.$$

Aus dieſer Gleichung folgt für die Expanſivkraft des in der Luft vorhandenen Dunſtes der Ausdruck:

$$e'' = \frac{e' - \frac{\gamma}{\delta\lambda}(b - e')(t - t')}{1 + \frac{k}{\lambda}(t - t)} \text{ oder } e'' = \frac{1 + \frac{\gamma}{\delta\lambda}(t - t')}{1 + \frac{k}{\lambda}(t - t')}$$

$$e' - \frac{\frac{\gamma}{\delta\lambda}(t - t')}{1 + \frac{k}{\lambda}(t - t')}\, b.$$

Durch dieſe Formel wird alſo die Expanſivkraft des atmoſphäriſchen Dunſtes $= e''$, beſtimmt; wenn bekannt iſt:

1) Die Temperatur der Luft t.

2) Die Verdunſtungskälte t′, zu der das befeuchtete Thermometer des Pſychrometers herabſinkt, auf gleiche Scale mit t bezogen.

3) Die zu der Temperatur t′ gehörige Expanſivkraft des Waſſerdunſtes im Maximum $= e'$, auf gleiche Einheit mit dem Barometerſtande zurückgeführt.

4) Der Barometerſtand b, bei 0° in gleicher Einheit mit der Expanſivkraft des Dunſtes ausgedrückt.

5) Die ſpecifiſche Wärme der trocknen Luft γ, nach den zuverläßigſten Angaben aus Biot 0,2669.

6) Die ſpecifiſche Wärme des Waſſerdunſtes k, nach denſelben Angaben 2,8470.

7) Die Dichtigkeit des Waſſerdunſtes, im Vergleich zur trocknen Luft δ, nach denſelben Angaben 0,62349.

8) Die latente Wärme im Waſſerdunſte λ, nach Gay-Luſſac 550° Centeſim. (Nach Watt 524°.)

Drückt man den Barometerſtand und die Expanſion in Pariſer Linien, die Temperatur aber in 80theiligen Graden aus, ſo iſt:

$$e'' = \frac{1 + 0{,}0009729\ (t - t')}{1 + 0{,}001925\ (t - t')}\, e' - \frac{0{,}0009729\ (t - t')}{1 + 0{,}001925 (t - t')}\, b.$$

Dieſer Werth würde etwas anders ausfallen, wenn man für Temperaturen unter dem Froſtpunkte $\lambda = 550° + 77°$ annähme, weil in dieſem Falle die latente Wärme des Waſſers gegen Eis mit berückſichtiget werden müßte. Indeß iſt die für die Formel daraus entſtehende Abweichung nur unbedeutend, und verliert ſich ſo ſehr in den letzten Decimalen, daß wir die eben angeführten Formeln in allen Fällen anzuwenden berechtigt ſind.

Ich habe ſeit einiger Zeit in den verſchiedenſten Temperaturen zwiſchen — 20 und + 25° R. und unter ſehr abweichenden Barometerſtänden 342''' bis 297''' Par. Verſuche im Freien und im Zimmer angeſtellt, und zwiſchen dem Pſychrometer und dem Daniell'ſchen Hygrometer in Beziehung auf die Beſtimmung des Condenſationspunktes ſo große Uebereinſtimmung gefunden, als die Unſicherheit der Beobachtung des Daniell'ſchen Inſtrumentes nur irgend zulaſſen kann. Je genauer die Verſuche waren, deſto größer zeigte ſich mir auch die Uebereinſtimmung; ſo daß ich demnach das Pſychrometer für das zweckmäßigſte Inſtrument zur Beſtimmung des atmoſphäriſchen Dunſtes zu halten berechtigt bin, wofür es auch ſchon andere Phyſiker erklärt haben *).

Um nun die Beobachtung möglichſt genau zu machen, muß ſich das Inſtrument im Schatten befinden und keinem allzuheftigen Luftzuge ausgeſetzt ſeyn. Das trockne Thermometer befinde ſich nur wenige Zoll von drm feuchten, doch ſo, daß die Wärmeſtralung gegen daſſelbe keinen Einfluß auf den Stand der Queckſilberſäule hervorbringe. Die Umhüllung der Kugel des feuchten Thermometers, welche zur Verbreitung des Waſſers über die ganze Oberfläche derſelben dient, ſey möglichſt fein und locker. Am zweckmäßigſten iſt ein kleiner Kranz von Fäden, der über der Kugel feſtgebunden iſt und zu allen Seiten neben derſelben herabhängt. Werden dieſe benetzt; ſo legen ſie ſich überall an die Kugel an und erfüllen ſo den Zweck der Verbindung am beſten. Iſt die Umhüllung zu dick, ſo ſteigt das Thermometer ein wenig, da die Verdunſtungskälte nur an der äuſſerſten Oberfläche der Flüſſigkeit wirkt; dieſe ſelbſt aber, ſo wie die dicke kleine Umhüllung ein ſchlechter Wärmeleiter iſt. Sehr zweck-

---

*) Man vergleiche: Zeitſchr. für Phyſik und Math. v. Baumgartner und Ettingshauſen. Wien 1828. S. 74; desgleichen naturwiſſenſchaftl. Abhandl. Tübingen 1828. II. 2. S. 179.

mäßig iſt es, wenn der ganze Umfangsraum der Queckſilberröhre zwiſchen Kugel und Scale auf dieſelbe Weiſe befeuchtet wird, damit nicht durch die Glasmaſſe ſelbſt der Thermometerkugel eine höhere Temperatur zugeführt wird. Bei ſolchen Pſychrometern, denen man durch capillariſche Vorrichtungen fortdauernd Waſſer zuführt, muß daſſelbe alſo nicht an die Kugel, ſondern zuerſt an den eben bezeichneten Theil der Röhre geleitet werden, damit es auch dieſe abkühlt, ehe es zur Kugel gelangt. Daß beide Thermometer genau gegen einander abgeglichen und zur unmittelbaren Beobachtung von Zehntel-Graden eingerichtet ſeyn müſſen, iſt eine Bedingung die ſich aus der Natur der Sache ergiebt.

Damit nun die Berechnung der Expanſion des atmosphäriſchen Dunſtes und des zugehörigen Thaupunktes aus den Beobachtungen des Pſychrometers erleichtert werde; habe ich zwei Hülfstafeln entworfen, welche bis auf Hundertel der Linien und Zehntel eines Grades die erforderliche Genauigkeit geben. Es wäre leicht geweſen die Genauigkeit dieſer Tafeln noch weiter zu treiben. Da aber die Beobachtung ſelbſt keine größere Genauigkeit zuläßt und namentlich beim Daniell'ſchen Inſtrumente, das ich bis jetzt zur Beſtätigung der Angaben des Pſychrometers einzig und allein anwendete, im günſtigen Falle doch noch ein Schwanken innerhalb mindeſtens eines halben Fahrenheit'ſchen Grades ſtatt findet; ſo habe ich den Gebrauch dieſer Tafeln durch größere Ausdehnung derſelben nicht erſchweren wollen. Wer größere Uebereinſtimmung ſucht, muß nach der Formel unmittelbar rechnen.

Da man ſowohl in der bald zu erläuternden abgekürzten Rechnung als auch in der vollſtändigen Behandlung der Formel auſſer dem Barometerſtande und den Angaben der beiden Thermometer des Pſychrometers auch noch die zu der Verdunſtungskälte gehörige Expanſion des Waſſerdunſtes im Maximo kennen muß; ſo iſt es ſehr zu bedauern, daß bis jetzt noch keine Formel aufgefunden iſt, welche den Zuſammenhang derſelben mit der Temperatur ganz unwiderlegbar darthäte. Was Soldner, Meyer, und neuerlich Kämtz (Unterſ. üb. Expanſivkr. d. Dämpfe. Halle 1826.) für die Entwickelung der Annäherungsausdrücke geleiſtet haben, iſt bekannt. Die große Uebereinſtimmung der Verſuche mit der angeſtellten Rechnung beſtimmen mich, einer von mir entwickelten Annäherungsformel auch für Pſychrometerverſuche den Vorzug zu geben. Die Formel habe ich bereits öffentlich mitgetheilt *). Ihre Entwickelung bedarf nur eines einzigen genauen Verſuches. Man findet dann zu jeder Temperatur T das zugehörige Expanſionsmaximum E nach der allgemeinen in der Anmerkung **) näher erklärten Form:

---

*) Poggendorff's Ann. d. Phyſ. Bd. 89. S. 122.

**) Es ſey hier der kurzen Entwickelung dieſer Formel der Raum vergönnt:

Betrachtet man irgend eine Reihe von Beobachtungen, ſo

$$E = A \left[\frac{B}{A}\right]^{\frac{(w+n)\,T}{(w+T)\,n}}$$

welche für metriſches Maaß und hunderttheilige Grade übergeht in

$$\text{Log}\,E = \frac{23{,}945371\,T}{800 + 3\,T} - 2{,}2960383 \text{ u. } T = \frac{800}{3} \cdot \frac{2{,}2960883 + \text{Log}\,E}{5{,}6857520 - \text{Log}\,E}$$

---

findet man leicht, daß ſich die Expanſionszahlen einer geometriſchen Reihe nähern. So geben z. B. die von Kämtz aus den Beobachtungen Dalton's, Ure's, Arzbergers ꝛc berechneten Mittelzahlen (2,10''' für °R., 4,62''' für 10° R. 10,08''' für 20° und 20,35''' für 30°; jede durch die vorhergehende dividirt, folgende Quotienten:

$$\frac{4{,}62}{2{,}10} = 2{,}20; \quad \frac{10{,}08}{10{,}08}\ 2{,}02 \text{ ꝛc. ꝛc.,}$$

Wären dieſe Quotienten überall einander gleich; ſo würde die Reihe genau eine geometriſche ſeyn, und jede Zahl ließe ſich dann durch die Formel $E = A\,M^{T}$ darſtellen, in welcher A die zur Temperatur von 0°, E die zur Temperatur von T Grad gehörige Expanſivkraft bedeutete, M aber den Exponenten der Reihe für jeden Grad der Temperatur darſtellte. Da die Quotienten aber der Erfahrung gemäß abnehmen; ſo bilden die Werthe der Expanſionsmaxima eine Reihe, deren Glieder gegen die einer geometriſchen immer kleiner werden. Für eine ſolche Reihe können wir die Formel

$$E = A\,M^{\frac{T}{1 + \beta T}}$$

aufſtellen und unterſuchen, wie ſich aus den bekannten Geſetzen über die Verdunſtung die einzelnen Größen darin beſtimmen laſſen.

Es bezeichne B den Barometerſtand, bei welchem der Siedepunkt des Thermometers genommen iſt; ferner ſey n die Anzahl der Grade vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt. Die auſſerhalb dieſes Fundamentalabſtandes liegenden Grade ſetzen wir der wahren Wärmezunahme proportional. In dieſem Sinne iſt die Zahl — w° zu verſtehen, welche die Abweſenheit aller Wärme ausdrücken würde, wenn das Queckſilberthermometer 1) ſo tief ſinken und 2) den regelmäßigen Gang, den es zwiſchen — 25° C. und 100° C. hat, beibehalten könnte. Wo keine Wärme iſt, kann nach den bekann-

Für Pariſer Linien und achtzigtheilige Grade giebt ſie den Ausdruck

$$\text{Log}\,E = 0{,}3505511 + \frac{7{,}9817243\,T}{213{,}4878 + T} \text{ und } T = 213{,}4878. \frac{\text{Log}\,E - 0{,}3506511}{8{,}3323754 - \text{Log}\,E}$$

---

ten Verdunſtungsgeſetzen auch kein Dunſt ſeyn. Sobald alſo T in — w übergeht, verwandelt ſich auch E in 0, und wir erhalten aus der obigen Formel:

$$AM^{\frac{-w}{1-\beta w}} = 0, \text{ alſo: } \frac{1}{M^{\frac{w}{1-\beta w}}} = 0; \text{ folglich } M^{\frac{w}{1-\beta w}} = \infty$$

Da nun M, wie die Zunahme der Expanſionsmaxima mit zunehmender Temperatur beweiſet, immer größer als 1 iſt, ſo folgt aus dem letzten Ausdruck:

$$\frac{w}{1-\beta w} = \infty, \text{ alſo } 1 = \beta w \text{ oder } \beta = \frac{1}{w}$$

Subſtituiren wir dieſen Werth in die allgemeine Formel, ſo erhalten wir:

$$E = AM^{\frac{T}{1+\frac{T}{w}}} = AM^{\frac{wT}{w+T}}$$

Iſt nun, wie oben angenommen, B der Barometerſtand des Siedepunktes am Thermometer und n die Zahl der Grade, die beim Siedepunkte vom Gefrierpunkte aus gezählt werden, ſo muß wieder nach ſehr bekannten Geſetzen E = B werden, wenn T = n iſt. Dieß giebt für unſere Formel den Ausdruck:

$$B = AM^{\frac{wn}{w+n}} \text{ und daraus } M = \left(\frac{B}{A}\right)^{\frac{w+n}{wn}}$$

Wird dieſer Werth von M auch noch in den zuletzt für E gefundenen Ausdruck eingeführt, ſo ergiebt ſich nunmehr die Formel:

$$E = A\left(\frac{B}{A}\right)^{\frac{(w+n)T}{n(w+T)}}$$

In zwei Verſuchen fand A. die Uebereinſtimmung des Daniell'ſchen Hygrometers ſo bedeutend, daß die Abweichungen innerhalb der Grenzen des möglichen Beobachtungsfehlers liegen. Es iſt daher dieſes Hygrometer zur Beſtätigung der Brauchbarkeit des Pſychrometers das geeigneteſte Inſtrument; der Gebrauch deſſelben aber, wie A. (a. a. O. S. 12) hinzufügt, nicht ſo leicht, als es auf den erſten Blick ſcheint. Folgendes iſt aber die Art und Weiſe wie daſſelbe, A's Erfahrungen gemäß, eingerichtet und beobachtet werden muß. Die Beobachtungskugel, an welcher der Hauchring ſichtbar wird, muß vom Künſtler ſo gewendet werden, daß das innere Thermometer an einer Seite möglichſt nahe dem äuſſeren Umfang der Kugel liege, damit die Temperatur der äuſſeren Kugelfläche und des inneren Thermometers genauer übereinſtimmen. Sehr ſorgfältige Verſuche mit Inſtrumenten von demſelben Umfange und genau gegen einander abgeglichenen Thermometern haben A. gezeigt, daß das Thermometer den Thaupunkt niedriger angiebt, wenn es in der Mitte der Beobachtungskugel angebracht iſt, als wenn es dem Umfange nahe ſich befindet. Eben ſo geben Inſtrumente von größerem Durchmeſſer, in denen die Thermometerkugel in der Mitte der Beobachtungskugel liegt, auch den Thaupunkt tiefer an, als eben ſo eingerichtete Inſtrumente von kleinerem Durchmeſſer. Es iſt alſo die Temperatur der äuſſeren Umgebung der Kugel in dem Augenblicke der Condenſation aus dieſem Grunde gewiß etwas höher, als das Thermometer in der Oberfläche des eingeſchloſſenen verdunſtenden Aethers anzeigt. Schon aus dieſem Grunde läßt ſich erwarten, daß das Daniell'-

---

in welcher auſſer A keine einzige Größe durch Expanſionsverſuche zu beſtimmen iſt. Denn B bezieht ſich auf die Einrichtung und T auf die Beobachtung des Thermometers, w aber iſt eine auf einem anderen Gebiete ausgemittelte Größe.

Gay-Luſſac hat (Gehler's Wörterb. n. A. II. S. 340), die Expanſion des Waſſerdunſtes = 0,18684'' Par. (0,00578 Met.) ſehr genau mit Dalton's und Ure's und einigen andern Verſuchen übereinſtimmend gefunden. Da mich meine eigenen mit dem in Poggendorff's Annalen (1825. St. II. S. 344) beſchriebenen Apparate angeſtellten Beobachtungen, die ich mehrere Winter hindurch wiederholt habe, zu demſelben Reſultate führten (ich fand immer 2,24''' Par.), ſo lege ich dieſe durch Gay-Luſſac beſtimmte Expanſion als den Werth von A bei meiner Formel zum Grunde. Es iſt demnach A = 0,00578 Met., n = 100° B = 0,76 Met. und — w nach den genaueſten Verſuchen (die (n. Gehler I. S. 633) für jeden Grad des Queckſilberthermometers eine Wärmezunahme von 0,00375 derjenigen Wärmemenge ergeben, die bei 0° vorhanden iſt) $= -266\frac{2}{3} = -\frac{800}{3}$ Grad Cent.

ſche Inſtrument den Thaupunkt ein wenig zu niedrig angiebt. Es wird dies aber noch um ſo mehr wahrſcheinlich, wenn man bedenkt, daß der Condenſationspunkt ſchon überſchritten ſeyn muß, wenn der äuſſere Hauchring ſichtbar wird; daß alſo die Aetherkugel in der That ſchon, wenn wir den Ring ſehen, etwas kälter iſt, als ſie beim erſten Entſtehen deſſelben war, und dieſen erſten Moment des Entſtehens wünſchen wir doch eigentlich zu wiſſen. Es ſpricht alſo für das Pſychrometer, wenn die ſorgfältigſten Vergleichungen die Angaben des Daniell'ſchen Inſtrumentes etwas niedriger zeigen, als die des Pſychrometers. Weniger ſorgfältige Verſuche können oft ſcheinbar eine beſſere Uebereinſtimmung geben oder gar veranlaſſen, daß der Thaupunkt nach dem Pſychrometer niedriger angeſetzt wird als nach dem Daniell'ſchen Inſtrument. Träufelt man nämlich zu viel Aether auf; ſo ſinkt die Temperatur des eingeſchloſſenen Aethers in der Beobachtungskugel ſchneller als das Thermometer nachfolgen kann, und man wird durch die Trägheit des Queckſilbers verleitet, die Temperatur der Condenſation höher anzunehmen, als ſie wirklich iſt. Gewöhnlich ſinkt dann die Temperatur des Aethers in der Beobachtungskugel weit unter den Thaupunkt, der Hauchring wird ſehr ſtark und verliert ſich erſt ſehr ſpät, wenn das innere Thermometer ſchon weit über den Punkt der erſten Entſtehung des Hauchringes hinaus geſtiegen iſt. Daß man in ſolchem Falle noch mehr fehlt, wenn man, wie es vorgeſchlagen worden iſt, das Mittel zwiſchen dem Entſtehen und Verſchwinden des Hauchringes wählt, iſt nun leicht einzuſehen. Es können daher nur ſolche Verſuche entſcheidend ſeyn; wo Entſtehen des Ringes, Stillſtand des ſinkenden Thermometers und Verſchwinden des Hauchringes zuſammen treffen oder wenigſtens nicht über einen Fahrenheitiſchen Grad von einander abweichen. Um dieſe Bedingungen bei den Beobachtungen zu erfüllen, muß man durch einen vorläufigen Verſuch zuerſt die ungefähre Lage des Thaupunktes ausmitteln und ſich zugleich merken, um wie viel Grade das innere Thermeter durch eine beſtimmte Zahl von Aethertropfen heruntergebracht wird. Dann tröpfelt man in dem ſo ermittelten Verhältniß aus einer abſichtlich loſe gepfropften Flaſche den Aether auf, und bewirkt ſo ein allmäliges Sinken des Thermometers. — Wer dieſes Verfahren genau befolgt, wird dem Erfinder des Pſychrometer's zugeſtehen: daß aus den Anzeigen dieſes wichtigen meteorologiſchen Werkzeuges unter allen Umſtänden der Thaupunkt, „dieſes für die Hygrometrie einzig wichtige Datum“ (wie es A. bezeichnet), d. i. jene Beſtimmung, von welcher alle übrigen die Feuchtigkeit der Luft betreffenden Beſtimmungen abhängig erſcheinen, hergeleitet werden kann. Die ganz allgemeinen Regeln für die Auffindung dieſes Punktes: aus den Anzeigen des Pſychrometers, giebt A. (als Endreſultate ſeiner bisherigen hieher gehörenden Unterſuchungen S. 15 a. a. O. an) wie folgt. Iſt t' die Verdunſtungskälte in 80theiligen Graden, ſo findet man das zugehörige Expanſionsmaximum e' in Pariſer Linien nach der Formel:

$$\text{A} \ldots\ldots \text{Log } e' = 0{,}3505511 + \frac{7{,}9817243\ t'}{213{,}4878 + t'}$$

Iſt ferner t die Luftwärme und b der Barometerſtand auf 0° Queckſilberwärme reducirt und in Pariſer Linien ausgedrückt; ſo iſt die Expanſion des atmosphäriſchen Dunſtes e'' durch folgende Formel gegeben:

$$B\ldots\ldots\; e'' = \frac{e' - 0{,}0009719\,(b - e')\,(t - t')}{1 + 0{,}001925\,(t - t)}$$

Hat man auf dieſe Weiſe die Expanſion des atmosphäriſchen Dunſtes e'' berechnet; ſo findet man daraus den Thaupunkt t'' nach folgender Formel:

$$C\ldots\ldots\; t'' = 213{,}487\;\frac{\text{Log}\; e'' - 0{,}3506511}{8{,}3323754 - \text{Log}\; e''}\;{}^{*)}.$$

Dieſer Anleitung läßt A. folgen: Regeln für den Gebrauch der ſeiner Schrift angehängten Tafeln, auf die wir hiemit, ſo wie auf letztere ſelbſt, Behufs meteorologiſcher Beobachtungen und Berechnungen nur verweiſen können.

7) Zur Erläuterung dieſer Mittheilungen aus Auguſt's Pſychrometer diene noch: 1) A. verſteht unter dem Ausdruck Waſſerdunſt daſſelbe, was in dieſem Lehrbuche Waſſergas oder Waſſerdampf genannt worden iſt; Waſſerdampf ſind ihm die Dunſtbläschen. 2) Kämtz hat (unter Dampf = Waſſergas verſtehend) in ſeiner „Unterſuchung über Expanſivkraft der Dämpfe. (Halle 1826. S. 36) die Ergebniſſe der Verſuche Dalton's, Schmidt's, Ure's, Arzberger's, Chriſtian's und Robinſon's (vergl. oben S. 17 und 18) auf altes Pariſer Maaß reducirt; Auguſt liefert in ſeinem ſo eben erſchienenen Auszuge aus E. G. Fiſcher's trefflicher „Mechaniſchen Naturlehre" S. 235 ff. eine Ueberſicht der zu den Hauptreihen jener reducirten Verſuchsergebniſſe gehörigen Zahlenausdrücke, begleitet von den Reſultaten einer Annäherungsformel, die A. aufgefunden hat. Nachſtehende Tafel giebt in der mittleren Spalte die

---

*) Für Centeſimalgrade und metriſches Maaß ſind die drei Formeln:

$$A\ldots\; \text{Log}\; e' = \frac{23{,}945371\; t'}{800 + 3\,t'} - 2{,}2960883;$$

$$B\ldots\; e'' = \frac{e' - 0{,}00077832\,(b - e')\,(t - t')}{1 + 0{,}00154\,(t - t')}$$

$$C\ldots\; t'' = \frac{800}{3}\cdot\frac{2{,}2960883 + \text{Log}\; e''}{5{,}6857520 - \text{Log}\; e''}.$$

von Kämtz's berechneten Mittel, in der rechten dagegen die nach A's Formel gefundenen Werthe:

Temp.			Berechnete Mittelzahlen.			Formel.
0°	—	—	2,10	—	—	2,244
10°	—	—	4,62	—	—	5,102
20°	—	—	10,08	—	—	10,722
30°	—	—	20,35	—	—	21,581
40°	—	—	39,23	—	—	40,752
50°	—	—	72,80	—	—	73,329
60°	—	—	126,34	—	—	126,400
70°	—	—	211,20	—	—	209,667
80°	—	—	336,00	—	—	336,000
90°	—	—	525,29	—	—	516,792
100°	—	—	789,05	—	—	773,270
110°	—	—	1155,90	—	—	1135,000
120°	—	—	1612,10	—	—	1609,990
130°	—	—		—	—	2249,090

Nach der erſteren der oben S. 91 Anm. entwickelten Formel ſind die oben in der ſiebenten Spalte der Tabelle aufgeführten Zahlen berechnet, die recht gut zu denen durch Verſuche gefundenen Zahlenausdrücken paſſen. Noch genauer ſchließen ſich aber die Reſultate der Formel an Sauſſure's und Deluc's Verſuche über den Siedpunkt auf bedeutenden Höhen an; ſo fand z. B. Sauſſure, daß das Waſſer bei einem Barometerſtande von

192,9''' Par. (= 0,43515 Met.)

bei 68,99° ſeines 80theiligen Thermometers, das bei 27'' Par. regulirt war, ſiedete. Obige Formeln zeigen aber 1) daß ein Grad dieſes Sauſſureſchen Thermometers = 1,236645° Cent., 68,99°, alſo 85,313° Cent. betragen, 2) daß zu der Expanſivkraft von 0,43515 Met. die Temperatur 85,316 Cent. gehört. Eine Uebereinſtimmung der Formel mit der Beobachtung, die nichts zu wünſchen übrig läßt.

o) v. Schmöger, Profeſſor der Phyſik und Aſtronomie an dem K. B. Lyceum zu Regensburg, theilt in ſeinen oben S. 57 erwähnten Tafeln für die Beobachter des Thermo-Hygrometer's (Pſychrometers) S. 6 u. ff. noch nachſtehende Regeln mit, die hier folgen, da ſie dem oben S. 85 ff. Mitgetheilten zur weiteren Erläuterung dienen können:

α) Zur bequemen und genauen Beſtimmung des Feuchtigkeitszuſtandes der Luft iſt ein gutes Barometer und das Thermo-Hygrometer erforderlich. Letzteres beſteht aus zwei übereinſtimmenden, neben einander und in gleichen Verhältniſſen befindlichen, Queckſilber-Thermometern, deren Scalen noch die Zehntel der Grade zu-

verläſſig ſchätzen laſſen. Die Kugel des einen Thermometers iſt in Floretſeide oder Muſſelin möglichſt ſtraff eingehüllt, damit ſie andauernd oder nur zuweilen befeuchtet werden kann. Im erſten Falle hängt ein Streifen der Hülle in ein benachbartes, mit der befeuchtenden Flüſſigkeit angefülltes, Gefäß; im anderen Falle leiſtet die jetzt zu beſchreibende Vorrichtung gute Dienſte. Es iſt nämlich das Fenſter *), auſſerhalb deſſen ſich die Inſtrumente befinden, ſeitwärts vom Thermo-Hygrometer durchbohrt, trägt einen Kork, und loſe in dieſem die gläſerne Ausgußröhre, deren innerer Theil unter einem rechten Winkel aufwärts ſteht, wenn der äuſſere ſich gegen die Kugel des Thermometers hin abwärts neigt, ſo daß dieſer mit ſeinem Ende aufwärts gekehrt wird, wenn man jenen ſeitwärts dreht. Letzterer iſt in eine Kugel ausgeblaſen, und erſterer mäßig dünn ausgezogen. Die Oeffnung der Kugel iſt an jenem Orte derſelben, welcher bei dem verticalen Stande des inneren Armes der höchſte iſt, und ihr Durchmeſſer beträgt, wie die innere Weite der Röhre, ungefähr eine halbe Linie. Durch dieſe Oeffnung füllt man die Kugel und Röhre mit der Flüſſigkeit, welche am entgegengeſetzten Ende nur dann ausſtrömen wird, wenn dieſes gegen die Thermometerkugel abwärts geneigt, und die innere Oeffnung nicht verſchloſſen iſt. Indem man aber hier den Finger bald andrückt, bald emporhebt, hat man die Menge des ausſtrömenden Fluidums in der Willkühr. — Iſt die Umhüllung der Kugel ſchmutzig geworden, ſo ſpült man ſie mit Weingeiſt ab.

β) Wenn man das befeuchtete Thermometer den Einwirkungen der atmoſphäriſchen Luft ausſetzt, und dieſe noch nicht vollkommen mit Waſſerdämpfen geſättigt iſt; ſo wird ſich Dunſt an demſelben entwickeln, und das Thermometer dadurch abgekühlt werden. Denkt man nun den Einfluß der Wärme von Auſſen her hinweg, ſo wird ein Sinken des Thermometerſtandes bis zu dem Puncte erfolgen, wo der im Maximum am Thermometer gebildete Dunſt gleiche Spannkraft mit dem in der Atmosphäre ſchon vorhandenen hat. Denn je kälter das Thermometer wird, deſto kälter wird auch die Feuchtigkeit an demſelben, deſto ſchwächer alſo die Expanſivkraft, womit ſich der Dunſt aus dieſer Feuchtigkeit entwickelt. Iſt nun dieſe Spannkraft ſo geringe geworden, daß der Druck des Dunſtes in der Luft dem neugebildeten am Thermometer das Gleichgewicht hält; ſo wird keine Erkältung weiter ſtatt finden, indem bei einer niedrigern Tem-

*) Thermometer, welche auſſerhalb eines Fenſters und parallel mit dieſem hangen (wie meiſtens der Fall iſt), ſollen immer ſo beobachtet werden, daß die Aufſchließung des Fenſters unterbleibt, und an dieſem eine Convexlinſe gehalten wird, welche für den möglichſt größten Abſtand der Inſtrumente die beſte Vergrößerung giebt. Dadurch wird die Beobachtung leichter und ſicherer.

peratur nicht nur die Dunſtentwickelung gehindert ſeyn, ſondern ſich auch noch Dunſt aus der Luft am Thermometer condenſiren würde. Allein die von Auſſen eindringende Wärme wirkt auf das Thermometer mit dem Beſtreben, ſowohl dieſes als die feuchte Belegung deſſelben und den daran gebildeten Dunſt mit der äuſſeren Luft im thermometriſchen Gleichgewichte zu erhalten. Aus der entgegengeſetzten Wirkung dieſer beiden Thätigkeiten, der Wärmebindung beim Verdunſten und der Wärmemittheilung von Auſſen, entſteht das Verharren des Thermometers auf dem conſtanten Puncte, bei dem ſich beide Kräfte das Gleichgewicht halten.

γ) Der Gebrauch des Thermo-Hygrometers beſteht darin, daß man den Barometerſtand und gleichzeitig den Unterſchied zwiſchen dem Stande des trockenen und demjenigen des befeuchteten Thermometers beobachtet, ſobald dieſes letztere ſtationär geworden iſt, was bei dem andauernd befeuchteten für die ganze Zeit der Befeuchtung, bei der anderen Methode aber erſt einige Minuten nach dem Naßwerden der Kugel der Fall iſt. Hat man nun Waſſer, am beſten Regenwaſſer, gebraucht; ſo kann man aus den dadurch erhaltenen Daten die relative Spannkraft der in der Luft befindlichen Dünſte nach Anderſon's Anleitung beſtimmen 2c.; vergl. oben a. a. O.

§. 182.

Den Bemerkungen zum horhergehenden §. zufolge reicht gehörige Wärmemeſſung allein ſchon hin, nicht nur die Temperatur der Luft, ſondern auch ihren Gehalt an Waſſergas zu beſtimmen; und da das Thermometer in gewiſſer Hinſicht auch das Barometer zu vertreten vermag, ſo iſt es allerdings in meteorologiſcher Hinſicht zu betrachten, als das wichtigſte phyſikaliſche Inſtrument. Als das wahre Maaß der Wärme muß genommen werden: jene Größe, um welche die Expanſivkraft einer vollkommen abgeſperrten Luftmaſſe erhöhet wird durch die Wärme; denn nur in den ſchon beſtehenden Gaſen wirkt die Wärme weder Cohärenz (ungleiche Gegenziehung der denkbar kleinſten Theilchen ſtarrer Körper) noch Cohäſion (Ziehung der kleinſten Theilchen tropfbarer Flüſſigkeiten; ſofern dieſelben ungleich zähflüſſig ſind: ſtets verbunden mit mehr oder weniger Cohärenz; m. Experimentalphyſik I. 16 ff.) und Schwere entgegen. Da nnn bei einer vollkommen abgeſperrten und dadurch durch-

aus volumbeharrlichen (der Volumänderung unfähigen) Luft ſich die Expanſivkraft verhält wie die Wärme, bei freier (ungeſperrter) Luft aber (die als ſolche bei „ungeänderter" Expanſivkraft ſich frei auszudehnen vermag) das Volumen derſelben im geraden Verhältniß der Wärme ſteht, ſo wird auch der erhöheten Erwärmung unterworfene zwar geſperrte, aber volumveränderliche Luft ſich dabei nicht nur ausdehnen und an Volumen zunehmen, ſondern auch an Expanſivkraft gewinnen; weil mit jeder Ausdehnung, der ſie wirklich unterliegt: auch der Gegendruck des ſie ſperrenden Mittels wächſt. Alſo bedingte Wärmemeſſung gewährt jedes gute Luftthermometer; vergl. meine Experimentalphyſik II. 554 ff. Da daſſelbe aber ſeiner unbequemen Länge wegen, und weil man, wenn deſſen längerer Schenkel oben nicht verſchloſſen iſt: auch zu jeder Beobachtung deſſelben auch eine Barometerbeobachtung geſellen und deren Wirkung auf einen Normalbarometerſtand durch Rechnung reduciren muß (wenn er hingegen oben verſchloſſen und luftleer, mithin als Torricelli'ſche Leere eines Barometers gegeben iſt, eine noch beträchtlichere Verlängerung des Inſtrumentes nöthig macht), ſo mußte die Entbehrlichkeit dieſes Wärmemeſſers und deſſen Vertretung durch ein gewöhnliches (luftleeres) Merkurthermometer den Meteorologen ſehr erwünſcht erſcheinen; es zeigten aber unter Anderen Dulong's und Petit's hieher gehörige Verſuche: daß ein vollkommenes Luftthermometer mit einem guten Merkurthermometer von — 24° R. an bis mehrere Grade über den Siedepunkt vollkommen übereinſtimmt; ſ. oben S. 44 und Gehler's phyſ. Wörterbuch n. Aufl. I. 599. Man kann daher die am Merkurthermometer gemachten Beobachtungen leicht auf Zahlen bringen, welche das Verhältniß der wahren Wärme ausdrücken; vergl. Auguſt's, Fiſcher's mech. Naturl. im Ausz. 209 ff.

1) Auguſt erkannte, indem er die bei N. Gehler a. a. O. mitgetheilten Vergleichungsergebniſſe einer Rechnung unterwarf: in den

Abweichungen des Merkurthermometers vom Luftthermometer über 100° C. eine arithmetiſche Reihe zweiter Ordnung, ſo daß mit jenen Verſuchen nachſtehende Formel ganz genau überein- ſtimmt:

$$T = t - 0,0225\,(t - 100) - 0,00007\,(t - 100)^2$$

wenn t die Temperatur nach dem Merkurthermometer und T nach Graden der wirklichen Wärmezunahme (hundert Grade auf den Fundamentalabſtand gerechnet) anzeigt. Sind nun zwei Beob- achtungen mit dem Merkurthermometer gemacht, und die über den Siedepunkt hinausgehenden nach dieſer Formel corrigirt, ſo kann man die beim Gefrierpunkt ſtatt findende freie (ausdeh- nende) Wärme als Einheit betrachten; dann betragen ſämmtliche Grade zwiſchen dem Gefrierpunkt und dem Siedepunkt $\frac{3}{8} = 0,375$ dieſer Wärmemenge. Ein Grad der Centeſimalſcale beträgt alſo 0,00375 und ein Reaumuriſcher Grad 0,004675 von dieſer Ein- heit oben S. 16, und nennt man (der Kürze wegen) dieſe Zahl m und die beobachteten Temperaturgrade t und t', die dazu gehörigen Wärmemengen w und ω', ſo erhält man folgende Proportion:

$$w : \omega' = 1 + mt : 1 + mt'$$

vergl. Auguſt a. a. O. 210 und Gay-Luſſac's und Dalton's Verſuchergebniſſe: über die Ausdehnung der Gaſe bei Temperaturen zwiſchen dem Froſt- und Siedepunkt (bei gleichbleibendem Drucke im Verhältniß wie 8:11) oben S. 16 Bem. 1.

2) Ueber das oben (S. 80) erwähnte Leslie'ſche Differentialthermometer vergl. auch m. Experimentalphſ. II. a. a. O. Unter jenen unrichtigen Verdunſtungsgeſetzen, welche Auguſt's Bemerkung zufolge (oben S. 79) Dalton neben richtigen (die Verdunſtung lediglich als Wirkung der Wärme beſtimmenden) aufge- ſtellt habe, drückt ſich A. in gedachtem Auszuge, S. 238 da- ſelbſt folgendermaaßen aus: Aber Dalton geht in ſeinen Folge- rungen über alle Grenzen hinaus, wenn er behauptet, daß zwiſchen Luft und Dunſt (Waſſerdampf), und überhaupt zwiſchen allen aus- dehnſamen Materien gar keine Verwandtſchaft ſtatt finde, und daß eine für die andere ſo gut als ein luftleerer Raum ſey. (Vergl. oben S. 10 u. 14). Allein wenn die Waſſerverdunſtung wirklich lediglich eine Wirkung der Wärme iſt, ſo beweiſt dieſes, daß dem Waſ- ſergaſe alle Verwandtſchaft zur Luft (Sauerſtoffgas und Stickgas) abgeht; denn gebe es ſolche Verwandtſchaft, ſo müßte ſie für das Waſſergas condenſirend und für deſſen Entſtehung abändernd wirken. Wenn nun gleich kein einziger entſcheidender Verſuch vorliegt, der die ehemals von Vielen vertheidigte Annahme einer chemiſchen Verbindung des Waſſergaſes mit dem Sauerſtoffgaſe, ſo wie mit dem Stickgaſe rechtfertigte, ſo kann doch nicht geläugnet werden: die Miſchbarkeit des Waſſergaſes mit organiſchen, zumal thierlichen Aus-

dün-

dünſtungserzeugniſſen, und mit jenen anorganiſchen Gemiſchen: die nur im Waſſergaſe, aber nicht in trockner Luft verdampfen, wohin auſſer mehreren Salzen und einigen ſonſt feuerbeſtändigen Säuren (Borſäure der Vulkane; Phosphorſäure; arſenichte Säure der Gifthütten ꝛc.) auch alle jene Metalloxyde zu zählen ſeyn dürften: welche man riecht, wenn ſie in Form ſtarker wäßriger Löſungen auch nur mäßig erhitzt werden (z. B. Kalkgeruch der friſch getünchten Zimmer; Laugengeruch der heißen Löſungen des Kali, Natron, Baryt ꝛc.) und vieler anderer, ja wahrſcheinlich aller, deren Verflüchtigung im Waſſergaſe uns nur darum gemeinhin entgeht, weil die verflüchtigten Mengen zu klein ſind, um von Reagentien, oder auch nur mittelſt des Geruches wahrgenommen zu werden (oben S. 37). Sind nun dieſe wirklich ſtatt habenden chemiſchen Ziehungen des Waſſergaſes (ſo wie jener des „Kohlenſäuregaſes bei niederen Temperaturen;“ des Salzſäuregaſes ꝛc.) ohne merklichen Einfluß auf die jeweiligen Mengen des atmosphäriſchen Waſſergaſes, ſo wird noch weit geringfügiger ſeyn jene Hinderung der Entwärmbarkeit des Waſſergaſes bis zur Tropfenbildung (bis zur Näſſung), welche die Adhäſion deſſelben zu dem Sauerſtoffgaſe und Stickgaſe nothwendig hervorbringen muß. Läßt man nämlich Waſſerdampf durch eine horizontal liegende Röhre ſtreichen, in die zuvor von unten her (durch eine genau paſſende Oeffnung) eine vertical ſtehende, mit dem unteren Ende in (dem Luftdrucke ungehindert preisgegebenes) Waſſer tauchende, Röhre gefügt worden iſt, ſo reißt der durch die horizontale Röhre ſtreichende Dampf die Luft des verticalen Rohres mit ſich fort; denn das Waſſer ſteigt fortan in letztere aufwärts. Wo aber zwiſchen Flüſſigkeiten Adhäſion zur Gegenthätigkeit gelangt, iſt ohne Zweifel auch Miſchbarkeit möglich. Man muß daher entweder annehmen: die durch Miſchung (und Adhäſion) erzeugten Abänderungen in der Entwärmbarkeit des atmosphäriſchen Waſſergaſes iſt jeden Falls zu wenig bedeutend, um für die Entwärmung (für den Thaupunkt) merkbar zu werden, oder: Falls es auch wirklich zu Miſchungen zwiſchen Luft und Waſſergas kommt, ſo reicht doch die geringſte Erwärmung (oder, naturgemäßer: die geringſte Durchleuchtung) ſchon hin, dergleichen Gemiſche zu zerſetzen; d. h. die chemiſche Verbindung von Sauerſtoffgas, Stickgas und Waſſergas iſt in ſo höchſt geringem Grade innig: daß die kleinſten Licht- und Wärmeeinwirkungen ſchon wieder zerſetzen, was zuvor gemiſcht war, und es mithin niemals zu dauernder Miſchung und damit auch nicht zur Abänderung des Entwärmungsmomentes kommen kann. — Wie ſich dunkle, möglichſt lichtloſe Luft verhalten, und ob ſie z. B. weniger Luftfeuchte durch das Pſychrometer angeben laſſen würde, als wirklich vorhanden iſt, darüber zu entſcheiden, mangelt es zwar noch an hinreichenden Beobachtungen; indeß giebt es nie lichtleere Luft, weshalb über dieſe Frage mittelſt hygroskopiſcher Geräthe auch nicht entſchieden werden kann.

3) Gay-Luſſac fand zwar bei ſeiner Luftreiſe in den höheren Regionen faſt waſſergasleere Schichten, ſtieß aber auch während ſeiner Erhebung bald auf größeren, bald auf geringeren Waſſergasgehalt;

d. h. obgleich im Allgemeinen die hygrometriſch beſtimmbare Menge des in der Luft enthaltenen Waſſerdampfes höher hinauf ſich minderte, ſo erfolgte dieſe Minderung nicht nur nichts weniger als gleichförmig, ſondern ſie ſchlug auch innerhalb einzelner Luftſchichten in entgegengeſetzte Verhältniſſe um; Annal. de Phys. et de Chim. II. 199. Man mißt dieſes Umſchlagen Zufälligkeiten bei; wohin z. B. gehören dürften: das Zuwehen waſſergasreicher Winde, in denen die feuchteren Luftſchichten darbietenden Höhen. Indeß geht unter andern hieraus hervor: daß man weder das einfache Thermometer, noch das Pſychrometer und noch viel weniger das Hygrometer mit Sicherheit wird benutzen können — zu Höhenmeſſungen, und daß daher zu dieſem Zwecke die Barometer unentbehrlich bleiben werden, auch dann: wenn man das Geſetz der Wärmeabnahme innerhalb der Luft, abwärts von der Erde, für alle iſothermiſche Linien (oben S. 40ff.) genau anzugeben vermöchte. Ein Haupthinderniß hiebei bildet auch die Rückſtralung der Wärme von dem ungleich bewölkten Himmel. — Wollaſton's Verfahren durch Beſtimmung des Waſſerſiedepunktes verſchiedener Höhen, deren Abſtände von Meeresfläche zu ermitteln, iſt zur Zeit noch kaum in Anwendung gebracht, ſondern faſt nur als theoretiſcher Vorſchlag betrachtet und nicht viel mehr als geſchichtlich berückſichtigt worden. Der Vorſchlag ſelbſt gründet auf dem bekannten Siedgeſetze, dem zufolge der Siedepunkt einer und derſelben Flüſſigkeit um ſo tiefer fallen muß, je mehr die freie Luftſäule verkürzt (und damit die Luft verdünnt) wurde, welche auf der erhitzten Flüſſigkeit laſtet; oder daß der Siedepunkt jeder tropfbaren Flüſſigkeit abhängig iſt von dem gleichzeitigen Barometerſtande. Biot's Unterſuchungen zufolge entſpricht dem Fallen oder Steigen des Barometers um 1 pariſ. Zoll, eine Erniedrigung oder Erhöhung des Siedepunktes um 1° C.; alſo für eine par. Linie um 0,085° C. Sauſſure ſah auf dem Mont-Blanc Waſſer bei weniger als + 70° R. (= 87°,5 C.) ſieden und nach Lamanon und v. Monge bedurfte es auf dem Gipfel des Pic von Teneriffa, bei 19″1‴ par. Barometerſt. nur einer Temperaturerhöhung von + 71° R. (= 88°,75 C.), um ins Sieden zu gerathen; m. Experimentalphyſ. II. 658. Wollte man Wollaſton's Vorſchlag Behufs wirklicher Höhemeſſungen in Ausführung bringen, ſo würde man dabei ſtets Gefäße von gleicher Beſchaffenheit und Waſſer von gleicher Reinheit anzuwenden haben, weil Ungleichheiten der das Waſſer berührenden Gefäßwände und der Waſſerſubſtanz ſelbſt bei gleichem Luftdrucke den Siedepunkt merklich abändern; und da das Sieden ſelbſt in einem Zerreißen der (durch einſeitige Ziehung zuſammengezogenen) Oberfläche des Tropfbaren: durch in demſelben aufſchnellende Dämpfe hervorgebracht wird (a. a. O. S. 659 und I. S. 301 ff.), ſo würde man vor Einführung des Wollaſton'ſchen Verfahrens auch zu ermitteln haben, in wiefern etwa die Oberflächenzuſammenziehung des Tropfbaren abgeändert wird: durch ungleiche Adhäſion der auflaſtenden (z. B. bald mehr feuchten, bald mehr trocknen; lichtreichen und dunkleren, mehr und weniger elektriſirten) Luft, wiewohl die aus ſolchen Ungleichheiten etwa anfänglich

hervorgehenden Abänderungen des Durchbruchmomentes der tropfbaren Oberfläche nicht nur jedenfalls sehr geringfügig erſcheinen dürften, ſondern in den meiſten Fällen auch unbeachtet bleiben könnten, da, ſobald das Tropfbare erhitzt wird, über demſelben auch eine mit Dampf erfüllte (geſättigte) Atmosphäre ſich bildet, deren Adhäſion zur Oberfläche abnehmen wird, in dem Verhältniß, wie ihre Temperatur wächſt. Auſſerdem hängt die Beſtimmung des Siedepunktes in hieher gehörigen Apparaten (wie ſie ſchon vor Wollaſton: Fahrenheit, Cavallo und Achard zu gleichem Zwecke in Vorſchlag gebracht haben, und wie W. einen dergleichen in dem Phil. Transact. 1817 p. 183 und 1820 II. p. 295 beſchrieben und auch dazu gehörige Tabellen berechnet hat) auch hauptſächlich ab: a) von der Stellung des Thermometers; das ihn um ſo höher angiebt, je näher es dem Gefäßboden ſchwebt (indem hier der ſenkrechte, gegen den Dampf gerichtete Druck und die Stralwärme am größten iſt) und das mithin, weil die Flüſſigkeitsſäule während des Erhitzens und beim Eintreten des Siedens durch Verdampfen ſich verkürzt, hinſichtlich der Angabe dieſes Punktes mehr oder weniger im Aendern befangen bleibt, (was auch — neben den Einflüſſen des Gefäßes ꝛc. — die Feſtſetzung dieſes Punktes bei Verfertigung der Thermometer Skalen ſehr erſchwert) und b) von dem Durchmeſſer des oberen, zunächſt zur Dampffaſſung beſtimmten Theils des die ins Sieden zu bringende Flüſſigkeit enthaltenden Gefäßes; weil z. B. in enghalſigen Kölbchen jede näſſende (als ſolche dem Glaſe ſtark adhärirende) Flüſſigkeit weit, ohne zu ſieden, über jenen Punkt erhitzt werden kann, bei welchem ſie in ſehr weitmündigen Gefäßen ins Kochen geräth; im erſteren Fall erlangen nämlich die Flüſſigkeitsſäulen durch die ſtarke Adhäſion der Wände des engen Gefäßes einen gewiſſen Grad von Unverſchiebbarkeit, welcher die unten am Gefäßboden gebildeten Dämpfe hindert, nicht nur aufzuſteigen, ſondern auch ſich zu entwickeln. Hat daher die fortgeſetzte Erhitzung es dahin gebracht, daß endlich dieſe Adhäſion aufgehoben iſt, ſo erzeugen ſich nun plötzlich am Gefäßboden Dämpfe, welche nicht ſelten die ganze überſtehende, annoch tropfbare Schicht in Form eines Strales herausſchleudern. Da das Merkur dem Glaſe nicht adhärirt, ſo würde es ſich zu Höhemeſſungen durch Sieden nach Wollaſton's Art beſſer eignen, wenn nicht das Zum-Kochenbringen deſſelben, ſo wie die Meſſung ſeiner Siedwärme mittelſt Thermometer (oder ausführbarer: mittelſt ſtählerner Pyrometer) die Beobachtungsſchwierigkeiten in ſo hohem Grade häufte, daß ſie für jenen Zweck als unüberwindlich zu betrachten ſind. Glaubt man übrigens bei Anwendung des Waſſer's obigen Hinderniſſen vollkommen begegnen zu können, ſo wird man jedenfalls ſehr genau und höchſt empfindliche Thermometer anwenden müſſen, deren Skalen jeden Grad C. in 1000 Theile zerfallen laſſen. Vergl. Murray; in Baumgartner's und v. Ettinghauſen's Zeitſchrift für Phyſik und Mathematik I. 461.

4) Ein alſo empfindliches Thermometer wird übrigens zu ſolchen Beobachtungen am ungeänderten Orte erfordert, bei denen es där-

auf ankommt: binnen kleiner Zeitdauern den Unterſchied der veränderlichen Temperatur genau anzugeben (z. B. das Steigen oder Fallen des Thermometers von Secunde zu Secunde, oder von ½ Minute zu ½ Minute zu beſtimmen; z. B. beim Ein- oder Austritt einer Sonnenfinſterniß; beim Sichtbarwerden und Verſchwinden eines Nordſcheins; kurz vor dem Gewitter; beim Sich-Auflöſen eines Hehrrauchs ꝛc. ꝛc.;) und da bei ſo weit gehender Skalentheilung die genaue Beſtimmung der verticalen Dimenſionen mit Hauptſache iſt, dieſes aber bei einander ſo nahe rückenden Theilungsſtrichlein ſchwer hält, ſo wäre es vielleicht zweckmäßig zur genaueren Beobachtung Vorrichtungen anzubringen, wie ſie Hallaſchka, Piſtor und Schick beim Barometer eingeführt haben. Es ſind nämlich z. B. die in Piſtor's Werkſtatt zu Berlin verfertigten ſehr luftleeren Heberbarometer nicht nur mit ſehr richtigen feingetheilten Skalen verſehen, ſondern auch an beiden Schenkeln Loupen mit Faden vorhanden: zur ſcharfen Beobachtung der den Gipfelpunkt der Merkurſäule berührenden horizontalen Ebene. Auch ließ ſich für dieſen Zweck noch wohl Eines oder das Andere jener Verbeſſerungen des Aeuſſern am Barometer auf das Thermometer übertragen, welche in neueren Zeiten durch Fortin und Horner bei Heberbarometern ausgeführt worden ſind; vergl. Gehler's phyſik. Wörterb. n. Aufl. I. 784.

5) Will man mittelſt des Thermometer's (ſey es Behufs der Höhenmeſſungen, oder zu Gunſten rein meteorologiſcher Zwecke) die Temperatur verſchiedener Höhen nehmen, ſo darf man dabei nicht unbeachtet laſſen den Einfluß des eintretenden Vorrückens der Tageszeit. Sehr lehrreich ſind in dieſer, ſo wie überhaupt in meteorologiſcher Hinſicht Dr. J. F. Schouw's (Profeſſor's der Botanik an der Univerſität zu Kopenhagen) Beiträge zur vergleichenden Klimatologie. In der 2ten Abh. des erſten Heftes (Kopenhagen 1827. 8.), überſchrieben: Ueber den täglichen Gang des Thermometer's findet man folgende, auch für obige Zwecke merkwürdige Ergebniſſe: 1) der mittlere tägliche Gang der Wärme iſt nach Beobachtungen zu allen Stunden des Tages in Padua und Leith (in Südſchottland) faſt völlig gleich (vergl. hiemit I. S. 291 dieſes Hdbs). Beobachtungen zu mehreren Stunden des Tages in Apenrade und Rio-Janeiro ſtimmen auch — der Hauptſache nach — damit überein. 2) Nach einem jährlichen Mittel iſt die kälteſte Stunde 5 Uhr Morgens (vergl. I. 297), ſowohl gemäß den Beobachtungen zu Padua, als auch nach jenen zu Leith. 3) Die wärmſte Stunde des Tages iſt nach der zu Padua gewonnenen Beobachtungsreihe 2 Uhr, nach der zu Leith erhaltenen, 3 Uhr Nachmittags. 4) Am ſtärkſten ſteigt das Thermometer einige Stunden nach dem Minimum, am meiſten fällt es einige Stunden nach dem Maximum. 5) Die Wärme nimmt in 9—10 Stunden zu; in 14—15 ab. 6) Der tägliche Gang der Wärme bleibt ſich in den 4 Jahreszeiten ziemlich gleich; doch trifft das Minimum im Sommer früher ein, als im Winter. 7) Die Größe der Veränderungen, oder der tägliche Spielraum der

Wärme, iſt in Europa in den verſchiedenen Monaten ſehr verſchieden, und hängt weſentlich ab: von der Länge des Tages (I. 491 ff). Der größte Spielraum findet in der Regel ſtatt im Juni, der kleinſte im December*). — Derſelbe Gelehrte (Schouw) theilt auch in ſeiner „Pflanzengeographie." (Berlin 1828) Chiminello's Tafel für den täglichen mittleren Gang der Wärme mit, die im Nachſtehenden folgt, weil Schouw's Werk wohl nur in die Hände weniger Meteorologen gelangen dürfte.

---

*) Die Temperaturunterſchiede zweier in ſenkrechter Richtung ungleich weit von Meeresfläche entfernter, d. i. ungleich hoher Orte derſelben geographiſchen Breite und geogr. Länge finden ſich, hieher gehörigen Beobachtungen gemäß, geringer, als ſie in Folge der Erwärmung durch Sonnenlicht (das dichtere Luftſchichten mehr erwärmt als dünnere) und von unten nach oben zunehmenden excentriſchen Stralwärmeverbreitung und damit wachſenden Minderung ihrer Intenſität ſeyn ſollten (in ſofern nämlich dieſe Intenſität geſchwächt wird, im Verhältniß: wie das Quadrat der Entfernung des beſtralten Punktes zunimmt), weil den höheren Luftſchichten von unten her Wärme zugeführt wird: durch das Aufſchnellen der unteren, mehr erhitzten Luft in die höheren kälteren Regionen (I. 251 und 316), eine Luftbewegung und Entführung der unteren Wärme zu Gunſten der Höhen, welche H. B. Sauſſure: Courant ascendant nannte, und die zugleich den Grund der Veränderungen der Luftfeuchte enthält, wie ſich ſolche darbieten in den Ebenen und in denen dieſe überragenden Höhen. Aus den Beobachtungen deſſelben Meteorologen (in ſeinen Alpenreiſen), ſo wie aus jenen eines de Luc (neue Ideen über Meteorologie; a. d. Franz. v. Wittekopp. Berlin 1788. 8.) und Dalton's, angeſtellt auf den Gebirgen Nordenglands, in den Jahren 1803 — 1821 (Manch. Mem. 1824) folgt: daß die mittlere Wärmeabnahme der Luft in den wärmſten Stunden des Tages für eine Höhe von 240 Fuß engliſch 1° F. beträgt; vergl. hiemit v. Humboldt's Beſtimmungen des Geſetzes der Wärmeabnahme in höheren Regionen; I. 316ff. Obigen Beobachtungen zufolge iſt ſie beſonders Mittags im Sommer entſchieden größer, als im Winter, und in den wärmeren Tagesſtunden auffallender als in den kälteren; es ſteigt aber unten die Temperatur von dem Minimum an: viel raſcher, als in der Höhe, und dieſer Unterſchied der unteren und oberen Beſchleunigung der Temperaturzunahme erzeugt eben den Courant ascendant.

Vormittag.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Januar	2,98	2,98	2,76	2,72	2,38	2,30	2,15	2,37	2,84	3,58	4,43	4,94
Februar	4,18	3,88	3,68	3,48	3,25	3,06	2,91	3,12	3,86	4,99	5,76	6,44
März	6,62	6,23	5,96	5,63	5,37	5,16	5,40	6,91	6,97	8,77	8,82	9,38
April	11,49	11,17	10,95	10,57	10,20	10,25	10,76	11,47	12,80	13,56	14,09	14,62
Mai	16,93	16,60	16,22	16,05	16,26	17,52	19,14	20,26	21,31	22,09	22,85	23,39
Juni	19,17	18,93	18,58	18,54	18,94	20,40	21,83	22,74	23,48	24,00	24,72	25,08
Juli	22,49	22,06	21,65	21,34	21,89	23,47	25,36	26,37	28,10	28,92	29,52	30,01
Auguſt	19,95	19,42	18,98	18,49	18,49	19,13	20,52	22,06	24,85	25,17	25,76	26,50
September	16,39	16,07	15,76	15,46	15,05	15,20	16,15	17,39	19,11	19,67	20,33	21,06
Oktober	13,85	13,63	13,42	13,18	12,94	13,00	13,21	13,91	14,69	15,56	16,16	16,68
November	6,43	6,28	6,15	6,04	5,95	5,87	5,75	6,52	7,70	8,74	9,62	10,25
December	2,80	2,64	2,61	2,53	2,44	2,39	2,30	2,59	3,43	4,16	5,15	5,71
Winter	3,32	3,17	3,02	2,91	2,69	2,58	2,45	2,69	3,38	4,24	5,08	5,70
Frühling	11,68	11,33	11,04	10,75	10,61	10,98	11,77	12,97	13,69	14,80	15,25	15,80
Sommer	20,54	20,14	19,74	19,46	19,77	21,00	22,57	23,72	25,48	26,03	26,67	27,20
Herbſt	12,22	11,99	11,78	11,56	11,31	11,36	11,70	12,61	13,83	14,66	15,37	16,00
Jahr	11,94	11,66	11,39	11,17	11,10	11,48	12,12	12,99	14,09	14,93	15,59	16,17

Nachmittag.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Mittel.
Januar . . .	5,44	5,60	5,52	5,19	4,80	4,45	4,11	3,80	3,65	3,49	3,35	3,25	3,71
Februar . .	6,70	6,91	6,95	6,56	6,11	5,88	5,67	5,42	5,07	4,78	4,50	4,28	4,89
März . . .	9,66	9,91	10,10	9,87	9,47	9,01	8,64	8,27	7,86	7,43	7,13	6,83	7,73
April . . .	15,13	15,43	15,70	15,85	15,50	14,92	14,43	13,62	13,17	12,69	12,28	11,97	13,03
Mai . . .	23,57	23,65	23,65	23,31	22,57	21,47	20,29	20,14	18,58	18,17	17,78	17,44	19,97
Juni . . .	25,19	25,21	25,17	24,68	23,93	23,18	22,08	21,45	20,21	19,78	19,61	19,31	21,93
Juli . . .	30,47	30,73	30,48	29,59	29,11	27,82	26,64	24,80	24,14	23,97	23,39	23,02	26,06
Auguſt . . .	26,97	27,45	27,55	26,83	25,90	24,46	23,19	22,17	21,53	21,09	20,57	20,00	22,79
September .	21,56	21,93	21,97	21,35	20,38	19,42	18,60	18,50	18,09	17,65	17,33	16,68	18,38
Oktober . .	17,10	17,43	17,47	17,34	16,23	15,60	15,09	14,86	14,59	14,27	14,07	13,94	14,92
November .	10,75	10,92	10,50	9,64	8,64	7,92	7,58	7,32	7,12	6,83	6,66	6,56	7,73
December .	6,21	6,41	5,94	5,27	4,76	4,25	4,03	3,79	3,52	3,26	3,10	2,97	3,84
Winter . .	6,12	6,31	6,14	5,76	5,22	4,86	4,60	4,34	4,06	3,84	3,65	3,50	4,15
Frühling . .	16,12	16,33	16,48	16,28	15,85	15,13	14,45	14,01	13,20	12,76	12,40	12,08	13,57
Sommer . .	27,54	27,79	27,73	27,03	26,31	25,15	23,97	22,81	21,96	21,61	21,19	20,78	23,59
Herbſt . . .	16,47	16,76	16,65	16,11	15,08	14,31	13,76	13,56	13,27	12,92	12,69	12,39	13,68
Jahr . . .	16,56	16,79	16,75	16,27	15,61	14,86	14,19	13,68	13,12	12,78	12,48	12,19	13,75

Vergl. K. XV. 443 ff. Folgende **Regel** zum Gebrauche dieſer Tafel, nebſt Erläuterung derſelben durch Beiſpiele (Beſtimmung der mittleren Luftwärme für das Jahr 1828) theilt v. **Schmöger** daſelbſt mit: Hat man zur beliebigen Stunden des Tages die Luftwärme beobachtet, und will man daraus das Mittel finden; ſo ſucht man in der vorhergehenden Tafel die dieſen Stunden entſprechenden Temperaturen, nimmt daraus das Mittel, und zieht davon das in der letzten Spalte angegebene ab. Die Differenz wird mit geändertem Zeichen zum Medium der beobachteten Thermometerſtände hinzugefügt, nachdem man ſie, wenn die Beobachtungen in einer andern Scale als der 100theiligen gemacht worden ſind, auf jene reducirt hat. Je nachdem man aber das Mittel für den Tag eines beſtimmten Monates, für einen Monat, eine Jahreszeit oder für das ganze Jahr ſucht, hat man die reſpectiven Zeilen der Tabelle für jenes Verfahren zu wählen. **Beiſpiele:** Während des Jahres 1828 wurde durch v. S. das Thermometer, wie gewöhnlich beobachtet, um 8 und 12 Vormittags, 2 und 6 Nachmittags und um 10 Uhr Abends. Am 15ten Januar zeigte das Thermometer zu dieſen Stunden die zweite der folgenden Reihen; die andere iſt aus der erſten Zeile der Tabelle für die nämlichen Stunden entnommen.

I. 2,37 C.	II. + 5°,3 R.
4,94	6,0
5,60	5,0
4,45	3,1
3,49	2,4
20,85	22,8
4,17	4,76
—3,71	—0,37*
0,46 C. = 0,37° R.*	+ 4,39 R. = mittl. Temp. des Tages.

Der Thermometrograph (vergl. weiter unten, die folgende Bemerkung) hatte an dieſem Tage die Extreme + 6°,5 und 2°,1, alſo ein Medium = 4°.3 R. gezeigt*).

---

*) Nimmt man das Mittel aus den in der 4. Spalte enthaltenen Temperaturen der 12 Monate d. J. 1828, ſo erhält man die mittlere Luftwärme für dieſes Jahr = + 7°,24 R.; das nicht corrigirte Mittel aus 54jährigen Beobachtungen iſt das nämliche.

Regensburg 1827/28.	Mittlere Temperaturen berechnet aus den Beobachtungen am Thermometrograph.	Thermometer.	und aus der Tabelle.	Media der Media.
Winter	——	+0°,99 R.	+0°,55 R. (a	
Frühling	+7°,89 R.	8,63	7,92 (b	
Sommer	15,12	15,33	14,13 (c	
Herbſt	7,74	7,28	6,61 (d	
December	——	2,30	1,83	
Januar	— 0,35	0,07	—0,30	0,57 (a
Februar	+ 0,57	0,61	+0,18	
März	4,08	4,43	3,79	
April	8,09	9,00	8,37	7,84 (b
Mai	11,50	12,47	11,35	
Juni	15,41	15,27	13,90	
Juli	16,31	17,28	16,00	14,05 (c
Auguſt	13,63	13,45	12,24	
September	10,57	10,84	10,00	
October	7,30	7,54	7,00	6,63 (d
November	3,34	3,45	2,84	
December	1,87	2,01	1,54	
Jahr	6,81	8,01	7,40	

6) Selbſtſchreibende Thermometer, oder Thermometraphe haben Six, Rutherford und Schön (Gilbert's Ann. II. 287, 289. XVII. 320. K. X. 149) beſchrieben; letzteres wurde für Schön von Yelin gefertigt und beſteht aus 2 auf derſelben Metallplatte horizontal und gegeneinander umgekehrt liegenden Thermometern, deren eines mit Merkur, das andere mit abſolutem „Alkohol“ gefüllt iſt. Das erſtere dieſer Thermometer giebt das z. B. in 24 Stunden ſtatt findende Maximum der Lufttemperatur an, dadurch: daß das Merkur, ſo lange es im Steigen iſt, ein Stückchen zum Zeiger dienendes Ebenholz (das mit einem Ende auf den Merkurgipfel ruhend, in die das Merkur enthaltende Glasröhre mit eingeſchloſſen iſt) dem Ende des leeren Röhrentheils zu fortſchiebt und liegen läßt, von dem Augenblicke an, wo das Merkur anfängt ſich zuſammen zu ziehen (das Thermometer

zu fallen beginnt). Das „Alkoholthermometer“ enthält dagegen ein von dem Alkohol berührtes grünes, ſich in zwei Knöpfchen endendes Glascylinderchen, das von dem bei abnehmender Temperatur ſich zuſammen- und dadurch gegen die Thermometerkugel hin zurück-ziehenden Alkohol mit zurückgeführt wird: bis zu dem, dem Minimum der Lufttemperatur entſprechenden Punkte, dann aber, ſo wie die Temperatur wieder zu ſteigen beginnt, liegen bleibt, ohne dem ſich ausdehnenden und dadurch dem entgegengeſetzten Thermometerende ſich nähernden Alkohol zu folgen. Man richtet dieſen Thermometrograph, indem man ihm eine etwas ſchiefe Neigung giebt und dann ſanft an daſſelbe mit dem Finger klopft: bis beide Zeiger hinlänglich weit herabgeſunken ſind. — Sixt's Thermometrograph, Behufs der Unterſuchung der Quellenwärme, beſteht aus einem, mit Weingeiſt gefüllten Cylinder, der mit einem engeren, mit Merkur zum Theil gefüllten Röhre ſo verbunden iſt, daß das Merkur durch die Ausdehnung oder Zuſammenziehung des Weingeiſts in Bewegung geſetzt wird. Die auf dem Merkur ruhenden, mit bewegten ſtählernen Stifte (Zeiger), bleiben, wenn das Thermometer aus der Tiefe des zu prüfenden Waſſer's emporgehoben wird, unverrückt auf dem Stande liegen, den das Merkur in der Tiefe angenommen hatte. Denſelben Dienſt zu gleichem Zwecke leiſtet aber auch Rutherford's Thermometrograph, die Temperatur der Luft (auſſer der Quelle) mag zur Zeit der Unterſuchung größer oder kleiner ſeyn, als jene der unteren Schichten der Quelle. Iſt die Lufttemperatur größer, ſo dient, beim Herausziehen des zuvor gerichteten Inſtruments, zur genauen Beſtimmung der Quellentemperatur: der Zeiger des Alkoholthermometers; iſt ſie „kleiner,“ ſo gewährt der „Zeiger des Merkurthermometers“ die Temperaturbeſtimmung der Quelle; und auch dann noch hinreichend genau, wenn ſelbſt beim Ableſen der Lage des Zeigers einige Zeit verfließen ſollte. — Eine Vergleichung des Thermometrograph mit dem Thermometer, lieferte Winkler in G's Ann. LXVI. 109 und ein Thermometer für Blinde, welches zugleich Thermometrograph iſt, beſchrieb a. a. O. LXXV. 435 der Breslau'ſche Mechanikus Klingert. — Blackadder ſchlägt vor, um den Temperaturgrad in jedem beliebigen Zeitaugenblicke zu kennen, ohne ihn unmittelbar an dem Inſtrumente ſelbſt ableſen zu müſſen: dem ſelbſt ſchreibenden umgekehrten „Weingeiſtthermometer“ eine ſchiefe Lage zu geben, und es mit einer Uhr mittelſt einer einfachen mechaniſchen Vorrichtung ſo in Verbindung zu ſetzen, daß es zu dem gewünſchten Augenblicke in eine horizontale Lage gebracht, und zugleich die Kugel des Thermometers in eine etwas „höhere“ Temperatur (z. B. mittelſt der ſchwachen Flamme einer der Kugel nahen Lampe) verſetzt wird, bis der Beobachter jenen Temperaturgrad, bei welchem der Zeiger des Thermometers liegen blieb, abgeleſen hat. Will man ſich zu gleichem Zwecke des „Merkurthermometers“ bedienen, ſo muß deſſen Kugel während des Ableſens in eine etwas niedere Temperatur als die der Röhre z. B. dadurch verſetzt werden: daß man ſie mit ein Paar Tropfen verdampfbarer Flüſſigkeit befeuchtet; indem dann die Kugel

etwas erkaltet, behält der Zeiger unausgeſetzt ſeine zuvor angenommene Lage. Uebrigens verſteht es ſich von ſelber, daß, wenn man z. B. des Tages zu 3 beliebigen Zeitpunkten die ſolchen entſprechende Temperaturgrade erfahren will, auch 3 Uhren mit 3 ſelbſtſchreibenden Thermometern auf obige Weiſe in Verbindung geſetzt werden müſſen; vergl. Schön bei K. a. a. O. Ueber Chrichton's und Keit's Metallthermometrographe; G. XVII. 317 und 319.

7) Auf den Erfahrungsſatz: daß bei verſchieden gearteten ſtarren Materien bei gleicher Wärmezunahme die Ausdehnung ungleich groß iſt*), gründen ſich die oben (S. 21) erwähnten Metallthermometer; ſie ſind zwar ſehr bequeme Reiſethermometer, indem z. B. die Holzmann'ſchen in Taſchenuhrform gebracht und durch ein Gehäuſe gegen Stoß, Druck ꝛc. geſchützt erſcheinen, auch (bei geöffnetem Gehäuſe) für ſchnelle und kleine Temperaturveränderungen ſehr empfindlich und, bei richtig regulirter Skale in ihren Angaben ſehr genau, allein wenn man ſie bei geöffnetem Gehäuſe, zumal in feuchter Luft, einigermaaßen andauernd in Anwendung bringt, ſo fangen ihre dem Temperaturwechſel entſprechenden Dehnungs- und Zuſammenziehungsverhältniſſe mit der Zeit an zu ſchwanken, theils weil die beiden einander berührenden Metalle (der eigentlich thermometriſche Theil des Inſtruments; z. B. Eiſen und Meſſing, oder Platin und Meſſing, wie in H's Metallthermometern) galvaniſche Ketten bilden, in deren Folge das eine der Metalle ſich zu oxydiren beginnt (jedoch iſt dieſes nicht der Fall bei Brequet's Metallthermometer, weil hier kein leicht oxydirbares Metall zugegen iſt), theils weil einzelne Theile ihres maſchinellen Apparates ſich nach und nach abnutzen und die abwechſelnd gebogenen und wieder geſtreckten Metallſtreifen nach und nach ſtellenweiſe an Sprödigkeit gewinnen, und endlich: weil die Gradzwiſchenräume in der Regel zu klein ſind, um einigermaaßen weitgehende Unterabtheilungen zuzulaſſen.

8) In der von Dr. Wildt (bei K. VI. 299 ff. beſchriebenen Einrichtung des Thermometrographen liegen ebenfalls zwei Thermometer horizontal übereinander, die Kugeln nach entgegengeſetzten Seiten: in dem einen befindet ſich einen Stahlcylinder ſchiebendes Merkur, in dem andern einen Glascylinder zurückziehender Alkohol, ähnlich wie in dem oben (S. 105) beſchriebenen Rutherford'ſchen Inſtrument. Auch hier giebt das erſte Thermo-

*) Beſtände ein Thermometer aus Platin, ein anderes aus Kupfer, ein drittes aus Glas, ein viertes aus Eiſen ꝛc., ſo würde (Dulong's und Petit's Verſuchen zufolge) das erſte 311°,6, das zweite 328°,8, das dritte 352°,9, und das vierte 372°,6 angeben, während ein Luftthermometer 300° zeigte.

meter durch ſeine Lage die Wärme, das andere die Kälte an, welche eingetreten iſt, ſeitdem man die in den Thermometerröhren eingeſchloſſenen, gut gearbeiteten, den Innenraum der Röhre faſt ſperrenden, aber dennoch verſchiebbaren Cylinderchen das letztemal durch Höherheben der Alkoholkugel vorſchießen ließ. Der Gang beider Thermometer muß aufs genaueſte übereinſtimmen, weil beide für Ein Inſtrument gerechnet werden; dieſes macht die Vergleichung und Unterſuchung beider Scalen nothwendig. A. a. O. findet man eine Tafel enthaltend die Abtheilungen der 80gradigen Scale, welche beide Thermometer zugleich erreichen, von 5° zu 5° und von + 80° R. hinab bis zu — 45° R. Sie beſteht aus 3 Columnen, die erſte enthält die ſo eben erwähnten Grade, die andere jene, welche das Alkoholthermometer gleichzeitig der Berechnung gemäß erreichen ſollte, und die dritte diejenigen, welche de Luc wirklich an dem mit dem Merkurthermometer verglichenen Weingeiſtthermometer beobachtete. Sollen Beobachtungen der letzteren Art von Nutzen ſeyn, ſo muß man die Dichte (das Eigengewicht) des Alkohols kennen und angeben, der den beweglichen Inhalt des Weingeiſtthermometers bildete. (Obgleich der Alkohol unter freiem Luftdrucke ſchon bei 79° C. = 63°,2 R. zu ſieden pflegt, ſo kann man doch Alkoholthermometer fertigen, welche 100° C. anzugeben vermögen; man hat nur nöthig, die Röhren derſelben ganz luftleer zu machen. Man begünſtigt dadurch das Entſtehen von Alkoholdampf, der den tropfbaren Alkohol nicht zum Sieden kommen läßt.)

9) Gute Thermometer derſelben Art (z. B. 2 Merkurthermometer) müſſen mit einander aufs vollkommenſte übereinſtimmen: in allen ihren Scaletheilen, und dort, wo der eine in aufthauendem Eiſe ſeinen Froſtpunkt (0° C. ꝛc.) zeigt, dort muß er auch unter gleichen Bedingungen von dem anderen angegeben werden, und eben ſo müſſen beide auch im ſiedenden Waſſer eines Metallgefäßes an Stellen ihrer Röhre den Siedepunkt nachweiſen, welche in dieſelbe Ebene fallen. Sowohl bei der Fertigung, als bei der Prüfung der Thermometer zieht man Behufs der Waſſerſiedung metallene Gefäße den gläſernen und thönernen vor, weil Waſſer nur in erſteren in nahe gleichſeyenden und gleichbleibenden Hitzgraden ſiedet, zumal, wenn das Metall (unter den Metallen) zu den beſſeren Wärmeleitern gehört. Nur der Merkur haltende Theil des Thermometers darf dabei ins Waſſer tauchen (und je kürzer dieſer iſt, um ſo gleichförmiger wird das ihn umgebende Waſſer erhitzt ſeyn und ihn erhitzen können) die über dieſen Behälter (z. B. über der Kugel) befindliche Röhre hingegen muß bis zum oberen Ende während des Siedens von Waſſerdampf umgeben erſcheinen; vergl. oben S. 99. Daß übrigens der Siedepunkt nur bei einer beſtimmten Barometerhöhe (bei 28″ par.) ermittelt werden darf, folgt bereits aus dem oben S. 98 erwähnten, dem wir nur noch hinzufügen: daß, Falls der Beobachtungsort nicht zu hoch liegt, dieſer Punkt (Egen's Beobachtungen gemäß) ſich ändert für eine Abweichung des Barometerſtandes von 1 rhein. Linie um 0°0881.

10) Auch die aufs vollkommenſte mit einander übereinſtimmenden Thermometer, fangen nach Jahren an von einander mehr oder weniger merklich abzuweichen, weil die Subſtanz ihres Glaſes, deſſen Dicke ꝛc. nicht abſolut gleich war. Am ſtärkſten tritt dieſe Aenderung ein bei Thermometern, deren Merkurbehälter nicht aus einer Kugel, ſondern aus einem Cylinder beſteht, und ſie iſt bei großkugligen und dünnglaſigen Thermotern auffallender, als bei Wärmemeſſern mit kleineren Kugeln und dickeren Glaswänden; bei ſolchen, deren Röhren oben offen ſind, bleibt ſie ganz aus. Letzteres Verhalten führt zur Erklärung jenes für den Meteorologen allerdings wichtigen Uebelſtandes. Es erfolgt nämlich durch den andauernden einſeitigen, gegen das Glas (zumal des Merkurbehälters) gerichteten Luftdruck ſehr wahrſcheinlich nach und nach von Oben nach Unten gerichtete verkleinernde Zuſammendrückung des Merkurgefäßes, wodurch dann der Eispunkt näher gegen den Siedepunkt hinaufrückt. Zwei anderen Uebelſtänden iſt auſſerdem noch jedes, gleichviel ob verſchloſſene oder offene Merkurthermometer, ausgeſetzt; es wird nämlich 1) der Eispunkt für einige Zeit erniedrigt nach jeder jähen Erhitzung, zumal wenn derſelben ſchnelle Erkältung folgt, und erſt nach Ablauf von mehr oder weniger langer Zeitdauer, ſtellt ſich das normale Verhältniß der Abſtände beider Hauptpunkte der Skale wieder her, und 2) verkürzt ſich auch in einem vertical hängenden Thermometer auch, zufolge des ſenkrechten Drucks, die ganze Merkurſäule um ein weniges, was entſprechend tieferen Merkurſtand zur Folge hat; während in einer horizontal befeſtigten Thermometerröhre die Merkurſäule von dieſer Art abändernden Einfluſſe nicht getroffen wird. Vergl. Yelin's hieher gehörige Unterſuchungen; bei K. III. 109 ff. *).

---

*) Yelin zufolge (a. a. O.) hatte von 21 älteren Merkurthermometern nur 1 ſeinen Nullpunkt unverändert behalten, die übrigen hatten meiſtens ihr 0° R. um 0°,2 bis + 2° höher als urſprünglich; 3 davon jedoch um — 0,54 bis — 1,5 tiefer als 0° R. — Bei Weingeiſtthermometern wurde kein Höherrücken des Nullpunkt wahrgenommen, weil die in der Luftleere des Thermometers vorhandenen Alkoholdämpfe dem äuſſern Luftdrucke ſtets das Gleichgewicht halten. Y. glaubt indeß (gegen Bellani) in Folge der allmälig eintretenden regelmäßigen Stellung der Kryſtalltheilchen des nach dem Blaſen ungekühlten und daher kryſtallwidrig geſpannten Glastheilchen keine Verkleinerung, ſondern eine allmälig eintretende Vergrößerung der Thermometerkugel annehmen zu müſſen (was Herabſinken des Merkurs zur Folge hätte) und leitet die ganze Erſcheinung auf folgende Weiſe ab: es wirken auf Merkur- und Weingeiſtthermometer 2 einander entgegengeſetzte Kräfte: der Druck der Auſſenluft, der den Raumsinhalt zu verkleinern und den Nullpunkt] da-

11) In der von mir beſorgten 6ten Ausgabe von Gren's Naturlehre (Halle 1820. 8.) machte ich gelegenheitlich bei Betrachtung des Einfluſſes der Wärme auf die Pendellängen (§. 261 Bem. 4 S. 146 daſ.) darauf aufmerkſam: daß ſich ein phyſiſches Pendel von bekannter Größe, für den bleibenden Ort auch als Wärmemeſſer in Anwendung bringen laſſe ꝛc. Eine ähnliche Idee entwickelt Graßmann, Prof. zu Stettin, in Poggendorff's An=

---

durch zu erheben ſtrebt, und die kryſtalliniſche Flächenziehung der durch das Blaſen und ſchnelle Abkühlen der Kugel in unregelmäßige Kryſtallſpannung verſetzten Glastheilchen, wodurch dieſe Theilchen nach und nach zur regelrechten Zuſammenſtellung gelangen; je nachdem nun die eine oder die andere dieſer Kräfte überwiegend wirkt, erfolgt entweder Hebung des Nullpunktes, oder Senkung deſſelben; erſteres iſt gemeinhin der Fall bei Merkurthermometern (kann aber auch bei dieſen in den entgegengeſetzten Fall übergehen) letzteres Y's Verſuchen zufolge bei Alkoholthermometern. — Es fragt ſich indeß: ob jene 3 Merkurthermometer, welche in Y's Beobachtungen ein Herabdrücken ihres Nullpunktes erfuhren, nicht etwa dem inneren Gegendruck von etwas Waſſergas dieſen entgegengeſetzten Erfolg verdankten? Jedenfalls erwächſt aus der unleugbaren Verrückung des Eispunktes der verſchloſſenen, luftleeren Thermometer: daß man von Zeit zu Zeit ihren Eis= und Siedepunkt (ihre Skale; und bei ſolchen Verſuchen, wo es auf Beſtimmung abſoluter Wärmegrade ankommt: jedesmal vor dem Beginnen der Verſuche) zu prüfen habe, wenn man irrige Temperaturangaben vermeiden will. Y. ſchlägt übrigens vor: die Thermometerröhre mittelſt einer feinen Schraube auf der Scale beweglich zu machen, um bei irgend einer ſich zeigenden Veränderung des Nullpunktes das Inſtrument wieder genau berichten zu können; was bei gut calibrirten und für den Siedepunkt auf 28″ (und 0° R.) Barometerhöhe reducirten Thermometern das Bequemſte ſey und ſehr gut angehe, da ſich der Siedepunkt auf gleiche Weiſe, wie der Eispunkt erhöhe oder erniedere. Es ſetzt aber dieſer Vorſchlag voraus: daß bei der Verrückung des Nullpunktes nur die Kugel eine Innenraumsänderung erleide, nicht auch der Röhrentheil (hauptſächlich der untere), was jedoch kaum möglich iſt, da die Glastheilchen der Röhre mit jenen der Kugel zuſammenhängen. Es bleibt daher faſt nichts weiter übrig: als von Zeit zu Zeit die Scale zu prüfen, und wenn's nöthig ſie zu erneuen, dadurch, daß man wenigſtens die erſten 5 Grade + 0° (unter Beiziehung eines neuen guten Probethermometers) durchs Experiment beſtimmt, nachdem man zuvor die beiden Cardinalpunkte derſelben feſtgeſetzt hatte.

nal. LXXX. 419 ff.; nachdem er zuvor auf die möglichen Unrichtigkeiten bei Beſtimmung der mittleren Temperatur eines Ortes aus ſolchen jährlichen arithmetiſchen Mitteln aufmerkſam macht, denen nur wenige (z. B. nur 2 oder 3) tägliche Beobachtungen zum Grunde liegen (während G's Forderung gemäß die Ausmittelung der wahren mittleren Wärme eines Tagrs, da ihr nicht ununterbrochen ſich erneuernde Beobachtungen zum Grunde gelegt werden können, wenigſtens 48 Beobachtungen — nämlich nach Ablauf jeder Halbſtunde eine — heiſcht). G. ſchlägt nämlich zur gedachten mittleren Temperaturbeſtimmung vor: eine Pendeluhr ohne Compenſation (oder beſſer noch: eine dergleichen, deren — z. B. zinkene — Stange ſich durch Wärme auffallend ſtark ausdehnt) die vor einem nach Norden weiſendem Fenſter eines ungeheizten Zimmers geſtellt worden: geſchützt gegen (Licht- und Stralenwärme-) Reflexe und umgeben von einem, Behufs zu geſtattenden Luftwechſels oben und unten mit engem Drathgitter verſehenen Eiſenblechgehäuſe, deren Zeitangabe mit einer gehörigen Compenſation habenden richtigen Uhr verglichen wird. Da eine ſolche Uhr in der Wärme langſamer, in der Kälte raſcher geht, ſo iſt der Unterſchied der Zeit, welche ſie anzeigt, eine Funktion jener Wärme, welche unterdeß geherrſcht, und welche mit allen ihren Veränderungen ſogleich in den Gang der Uhr eingegriffen hat. Wird das Pendel der Uhr für 0° regulirt, doch ſo geſtellt, daß die Dauer einer Schwingung bei 0° genau eine Secunde beträgt, die Uhr alſo bei dieſer Temperatur in ihrem Gange mit einer richtigen aſtronomiſchen Uhr für mittlere Zeit übereinſtimmt, ſo iſt der Zeitunterſchied, den ſie nach einem Tage (oder nach einer Woche) genen jene Uhr angiebt, ein Ausdruck der mittleren Wärme, welche unterdeß geherrſcht hat; die Uhr hat ſie von Secunde zu Secunde richtig beobachtet, ſummirt, und das Mittel ſelbſt genommen. Geſetzt der Zeitunterſchied, den ſie zeigt, deutete auf eine Pendellänge, welche nach dem Ausdehnungsverhältniß der Pendellänge bei 10° Statt findet, ſo wäre dieſes die mittlere Wärme des fraglichen Zeitraums. Beſtände die Stange aus gewalzten Zink (das ſich nach Smeaton vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt in dem Verhältniß von 1 zu 1,00373 ausdehnt), ſo würde eine damit verſehene Uhr für jede Centeſimalgrade + oder — 0° C. täglich um 16,11 Sec. gegen eine richtig gehende Compenſations-Pendeluhr abweichen; vorausgeſetzt, daß der Gang beider Uhren bei 0° übereinſtimmte. Noch zweckmäßiger dürften G's Bemerkung zufolge roſtförmige Pendel aus abwärts gehenden, ſich durch Wärme ſtärker dehnendem (z. B. Zink-) Metall, und aufwärts gehenden ſich weniger dehnenden Stahlſtrecken ſeyn; a. a. O. 427 ff. — Auf Sternwarten würden ſich die dazu gehörigen weiteren Vor- und Einrichtungen (a. a. O. 433 ff.) wohl ohne große Schwierigkeit herſtellen laſſen, und hätte man auf ſolche Weiſe die mittlere Wärme des einen Ortes beſtimmt, ſo könnte man dieſelbe thermometriſche Pendeluhr auf der Sternwarte eines anderen 3ten ꝛc. Ortes zu gleichem Zwecke in Gebrauch nehmen, allein es würden auf ſolche Weiſe nur die mittlere Wärme weniger Orte beſtimmt werden können;

wäre indeß auch nur an einem Orte auf ſolche Weiſe die mittlere Wärme durch mehrjährige Beobachtungen genau beſtimmt, ſo würde dieſe Beſtimmung dazu dienen können: die gleichzeitig und gleichartig durch Merkurthermometer erzielte mittlere Wärme darnach zu berichtigen und ſo zugleich allen durch Merkurthermometerbeobachtungen gewonnenen thermometriſchen Mitteln die nöthigen Correctionen vorzubereiten; denn wüßte man z. B., daß die auf letzterem Wege gewonnene mittlere Wärme zu jener mittelſt der Pendeluhr erhaltenen wahren ſich verhielte wie 375 zu 300, ſo ließe ſich darnach leicht jede ohne Pendeluhrvergleichung und nur das Merkurthermometer erhaltene angebliche mittlere Wärme auf die fragliche wahre zurückführen.

12) Eine ſehr lehrreiche Abhandlung über die Beſtimmung der mittleren Wärme der Luft verdanken wir Hällſtröm (Kongl. Vetensk. Acad Handling. År. 1824. p. 217 etc. überſ. in P. Annal. 373 ff.). Es ergaben die darin hinterlegten Unterſuchungen unter andern: a) daß man vor der Hand (bis häufigere, längere und umfaſſendere Erfahrungen zeigen, ob und welche Correctionen nöthig ſind), das arithmetiſche Mittel aus der größten und kleinſten Wärme als nahe gleich betrachten kann mit der mittleren Wärme des Tages eines Ortes; b) daß die mittlere Wärme im Sommer früher eintritt, ſowohl Morgens als Abends, als im „Winter," und früher am Morgen in nördlichen als in „ſüdlichen" Orten, wovon der Grund in dem früheren Aufgange der Sonne zu ſuchen iſt (oben S. 100); daß ſie aber nicht das ganze Jahr hindurch zur nämlichen Stunde des Tages, weder Vor- noch Nachmittag eintritt; c) daß Cotte's Annahme: die mittlere Wärme von Paris treffe daſelbſt Nachmittags um 9 Uhr und jene Wargentin's: die von Stockholm um 11 Uhr ein, für keine Zeit im Jahre richtig ſeyn könne, wohl aber, daß für den erſteren Ort: die um 8½ Uhr gewonnenen Beobachtungen ſehr wahrſcheinlich eine hinreichend genaue Angabe der mittleren Wärme des Jahres erhalten ließen; d) daß zur Aequinoctialzeit die mittlere Wärme von Paris, Halle (a. d. Saale) und Åbo um 8½ Uhr Tageszeit eintritt; e) daß, wenn man zu jener Nachmittagszeit, bei welcher (der Berechnung zufolge) die mittlere Wärme eintreffen muß, die Lufttemperatur beobachtet und ſie von der größten Wärme des nämlichen Tages abzieht, ſo iſt der Reſt gleich dem wahrſcheinlichen Betrage der in der nächſtfolgenden Nacht eintretenden Wärme, (was in den Stand ſetzt, vorher zu ſehen, ob in der nächſt bevorſtehenden Nacht Froſt zu befürchten iſt, oder nicht; eine Vorausbeſtimmung die für Landbauer, zumal Gärtner, nicht ſelten von großer Wichtigkeit iſt); f) daß die gewöhnlich von (Schweden's) Meteorologen zur Beſtimmung der mittleren Wärme angewandte Regel: am Morgen (in Schweden, einem von der K. Akad. d. W. herausgegebenen und vom Könige 1785 genehmigten Formulare gemäß: um 6 Uhr) Nachmittag um 2 und Abends (in Schweden: um 10 Uhr) das

Thermometer zu beobachten und das arithmetiſche Mittel aus dieſen drei Beobachtungen als der *mittleren Wärme des Tages* gleichwerthig zu betrachten — erprobt an den Beobachtungen zu *Paris*, *Åbo* und *Halle* für erſtere beide Orte ein arithmetiſches Mittel der 3 Beobachtungen gab, das hinter der monatlichen mittleren Wärme um 0,10 bis 0,6 und um 0,01 bis 0,4 zurückblieb, dagegen für Halle eins, daß jene Wärme um 0,1 bis 0,8 hinter ſich zurück ließ; und g) daß *Brewſter's* Behauptung (Ann. de Phys. et Chim. XXI. 386): die mittlere Wärme des Tages werde nahe durch das Mittel aus der Wärme um 10 Uhr Vormittags und 10 Uhr Abends erhalten an den Beob. zu *Paris*, *Halle* und *Åbo* ſich in ſofern bewährte, daß für alle drei Orte jenes Mittel im *Winter* nahe gleich kam der ihnen zukommenden mittleren Wärmen im *Sommer*, aber letztere ungefähr um ¾ Grad größer übertraf *).

---

*) „Die Aufgabe, für einen gegebenen Zeitabſchnitt die mittlere Wärme eines Ortes zu beſtimmen, hängt, wenn man ſie geometriſch betrachtet, bekanntlich von der Quadratur derjenigen Curve ab, die den Gang der Wärme darſtellt. Denn die Höhe des Rechtecks, das mit jener Curve über gleichem Abſciſſenintervall errichtet wird, und gleichen Flächeninhalt mit ihr beſitzt, iſt der geſuchten mittleren Wärme proportional, wenn man bei rechtwinklichen Coordinaten die Zeit für die Abſciſſen und die Thermometerſtände für die Ordination wählt. Eine ſtrenge Auflöſung des Problems iſt alſo mindeſtens nur dann möglich, wenn man das Geſetz jener Wärmecurve kennt. Indeß giebt es für die Quadratur eine Annäherungsmethode, die die Kenntniß jenes Geſetzes nicht weſentlich erfordert und die, obgleich den Mathematikern ſchon lange bekannt, dennoch für dieſe und verwandte Aufgaben in der Phyſik bisher ſo ſelten angewandt wurde, daß es gewiß nicht überflüſſig iſt, auf ſie hier wiederum hinzudeuten. Es iſt nämlich dasjenige Verfahren, welches Herr Hofr. Gauß in der Abhandlung; Methodus nova integralium valores per approximationem inveniendi (Comm. Soc. Reg. Gott. recent. Vol. III. p. 39) entwickelt hat ꝛc." Aus *Poggendorff's* Zuſatz zu Hällſtröm's Abh. P. Ann. IV. 410 ff. „Weiterhin ſchlägt P. vor: bei der Frage über die mittlere Wärme eines Ortes und eines Zeitabſchnittes alle Rechnung gänzlich zu vermeiden und zu einer ſolchen phyſikaliſchen Interpolation zurück zu kehren, wie ſie *Wahlenberg* in dem Beobachten der Temperatur der Quellen (dieſ. Hdb. I. 343 ff.) gewiſſermaaßen ſchon früher angewandt habe. Das einfachſte Mittel hiezu, fährt P. fort, iſt offenbar: *ein Thermometer mit einer die Wärme ſchlecht leitenden Maſſe von ſolcher Größe zu umgeben und vor Regen und Son-*

13) Um Behufs der Beſtimmung der mittleren Temperatur eines Tages nicht von Stunde zu Stunde das (gegen die Sonnenſtralen, Wind und Regen und gegen Stralwärme wohlgeſchützte, in freier Luft ſchwebend aufgehängte) Thermometer zu beobachten, ſondern wo möglich mit einer einmaligen täglichen Beobachtung auszureichen, würde man nach A. v. Humboldt (ſeinen in Tropenländern und zu Paris gewonnenen Erfahrungen zufolge) die Temperatur bei Sonnenuntergang zu beſtimmen haben, weil dieſe, v. H's Bemerkung gemäß, der mittleren Temperatur des Tages nahe gleichkommt (die Beſtimmung der mittleren Temperatur durch einmalige Beobachtung iſt aber, Tralles zufolge, ſchon darum ſchwierig, weil ſie in Tageszeitpunkten ſtatt hat, wo ſich die Wärme am leichteſten ändert); Kämtz hat jedoch aus denen zu Padua und zu Fort Leith gewonnenen Beobachtungen gefunden: daß die hienach aufgefundene Temperatur vom wahren Mittel zu ſtark abweicht, (weil die mittlere Wärme nicht an allen Orten in demſelben Zeitpunkte eintritt *)), als ihr für alle Fälle Brauchbarkeit

---

nenſchein geſchützt in freier Luft aufzuhängen, daß wenige Beobachtungen am Tage hinreichen, aus dem arithmetiſchen Mittel derſelben die mittlere Wärme mit Sicherheit zu erhalten ꝛc. — Uebrigens ſey auch ſchon A. v. Humboldt, bei Gelegenheit ſeiner Unterſuchungen zur Beſtimmung der iſothermiſchen Linien (dieſ. Hdb. I. 354) zu einem ähnlichen Reſultate gelangt, als Hällſtröm, nämlich: daß das arithmetiſche Mittel aus den Extremen nur um einige Zehntel eines Centeſimalgrades von derjenigen mittleren Wärme abweiche, die aus einer großen Anzahl von Beobachtungen am Tage abgeleitet worden iſt."

*) Vergl. Hällſtröm's Bemerk. b) S. 112. Aehnliches fand ſchon früher Schouw; deſſen Pflanzengeographie S. 60. Vgl. Kämtz in Schweigger's J. XLVIII. 15. Nach v. Humboldt ſoll man auch die mittlere Tageswärme erhalten; wenn man zu beliebigen Stunden beobachtet, die gefundene Temperatur mit der Zeit multiplicirt, welche zwiſchen ihr und der folgenden liegt und die Summe der Producte durch 24 theilt. Hienach wird am Wiener Obſervatorio um 8 Uhr Morgens, um 3 Uhr und um 10 Uhr Abends beobachtet und die täglich mittlere Wärme zu Wien (in der Höhe des Beobachtungsortes) = t gefunden durch folgende Gleichung:

$$t = \frac{7\,\mathrm{VIII} + 7\,\mathrm{III} + 10\,\mathrm{X}}{24}$$

zugeſtehen zu können; ſo wie denn auch, Kämtz's und Carlini's Unterſuchungen zufolge das arithmetiſche Mittel aus der beobachteten höchſten und niedrigſten Temperatur (oben S. 112 Bem. a) und S. 114) nur ein beiläufig richtiges Ergebniß gewährt, das jedoch durch Correction zum wahren Mittel der täglichen Wärme zu führen vermag; vergl. auch Hällström am oben S. 112 a. O. Nach Kämtz (Schweigger's Journ. XLVII. 385 ff. und XLVIII. 1. ff.) erhält man (wie ſolches nach den Beſtimmungen der Manheimer Societät bei denen von deſſelben veranſtalteten Beobachtungen geſchah) täglich um 7 Uhr früh, um 2 Uhr Nachmittags und um 9 Uhr Abends beobachtet, das tägliche Mittel t durch die Formel

$$t = \frac{VII + II + 2\,IX}{4}$$

wo VII, II und IX die um 7, 2 und 9 Uhr beobachteten Temperaturen bezeichnen. Nach A. v. Humboldt iſt die mittlere Temperatur der Monate April und (vorzüglich die des) October nahe gleich der mittleren Luftwärme des ganzen Jahres *).

§. 183.

Bedient man ſich ſtatt des Merkurthermometers eines (oben offenen, oder oben luftleeren und verſchloſſenen) Luft-

---

wo VIII, III und X die beobachteten Temperaturen bezeichnen; Baumgartner's Naturl. Wien 1829. 8. S. 697. — Kämtz zufolge eignen ſich zu dergleichen Temperaturbeobachtungen (um unter Befolgung der v. Humboldt'ſchen Regel die mittlere Wärme zu finden) vorzüglich 4 Uhr Morgens und Abends, und 10 Uhr Morgens und Abends. Vergl. I. 321 ff. dieſ. Hdb.

*) Die mittlere Temperatur einzelner Jahre weicht kaum um 2° C. ab, wie folgendes Täfelchen zeigt, wo die mit Paris, Wien und Ullenwang in Norwegen in derſelben horizontalen Spalte ſtehenden Zahlen die mittleren Temperaturen der darüber befindlichen Jahre angeben:

Jahr	1823	1824	1825	1826	1827
Paris .	10°,39C	11,16	11,67	11,44	10,8
Wien .	9°,96	11,42	10,56	10,39	10,64
Ullenwang	7°,05	8,45	8,36	8,44	7,00

vergl. a. a. O.

thermometers, ſo hängt es von der Eintheilung der Scale ab, ob man daran die Dehnungsgröße der in dem Inſtrumente durch Merkur abgeſperrten Luft unmittelbar erſehen, und damit das wahre Maaß der Wärme (oben §. 182 S. 99 ff.) ſogleich angegeben erhalten und ſie erſt durch eine kleine Rechnung finden will; im erſteren Falle theilt man, zum Eispunkte 1000 ſetzend, den Fundamentalabſtand der Skale in 375 gleiche Längentheile (ſo daß alſo der Siedepunkt 1375 erhält) oder in 100 gleiche Theile, den Eispunkt mit 267 und mithin den Siedepunkt mit 367 bezeichnend; im letzteren Fall hat man den Vortheil: die abgeleſenen Grade des Luftthermometers durch bloße Addition oder Subtraction in jene eines hunderttheiligen Merkurthermometers verwandeln zu können. Bezeichnet nämlich L′ den am Luftthermometer abgeleſenen Wärmegrad, C den ihn entſprechendem des hunderttheiligen Merkurthermometers, ſo iſt $L' = 267 + C$ und $C = L' - 267$ (oder vielmehr $L' = 266\frac{2}{3}$ und $C = L' - 266\frac{2}{3}$; vergl. auch oben S. 89 Anm.).

1) Heißt dagegen für den erſteren Fall eine beliebige Anzahl der Luftthermometergrade L, ſo iſt $L = 3{,}75\ C + 1000$ und $C = \frac{L - 1000}{3{,}75}$; Baumgartner a. a. O. 138.

2) Bei der Benutzung des „oben offenen" Luftthermometers hat man die durch den veränderten Barometerſtand erzeugte Volumveränderung der eingeſchloſſenen Luft (oben S. 95) nach dem Mariotte'ſchen Geſetze zu beſtimmen; oben S. 40. Mit Rückſicht auf die gleichmäßige Dehnung jedes Gaſes innerhalb der Fundamentalabſtände der Skale um 0,375 (vergl. oben S. 96) beſtimmt ſich der Einfluß den Wärme und Druck auf ein Gasvolumen ausüben, wie folgt: Es ſey v das Luftvolumen bei der Normaltemperatur = 0° C. und bei dem Normalbarometerſtande von 28″ pariſ.; v′ das Luftvolum bei dem beobachteten Barometerſtande b und bei t° C., und v″ der Luftumfang bei t° C. und dem Normalbarometerſtande, ſo hat man:

$$v'' = v\,(1 + 0{,}00375\ t);\quad v'' = \frac{b}{28}\,v'$$

und mithin $v = \frac{b\,v'}{28,\,(1 + 0{,}00375\ t)}$; a. a. O.

Hieraus ergiebt ſich leicht: um wie viel das auf den Barometerſtand von 28″ par. reducirte Luftvolum bei der beobachteten Wärme (ohne es auf den Raumsumfang bei 0° C. zu reduciren) abgeändert wird: durch den beobachteten tieferen Barometerſtand; es nimmt nämlich das auf 28″ par. (oder 336‴) reducirte Gasvolum in demſelben Verhältniß zu, als der beobachtete Barometerſtand unter 336‴ ſinkt, und ſey z. B. das Gasvolum bei 336‴ Bar. 50, ſo iſt es bei 333 Bar. gleich 50 . 336 = 16800 dividirt durch 333 = 50,42 ...

3) Muncke ſchlägt zum Luftthermometer vor: die Luft nur durch einen Tropfen Merkur in einer horizontal gehaltenen Röhre abzuſperren, um ſo jene Correctionen zu vermeiden, welche erfordert werden beim offenen Luftthermometer durch Rückſichtsnahme auf den jedesmaligen Barometerſtand, auf die der Merkurſäule zu Theil werdenden Verlängerung (und damit eintretende Vergrößerung des ſenkrechten Druckes derſelben gegen die eingeſperrte Luft) durch Hinaufſchieben — indem die ſich ausdehnende Luft das Merkur aus dem kürzeren Schenkel des Inſtruments in den längeren verhältnißmäßig hinauftreibt — und durch Erwärmung (Fall's nicht unten an der cylindriſch eingeſchloſſenen Luft, ſondern oben an der Merkurſäule die meſſende Scale befindlich iſt) ſ. oben S. 57. Im Falle man von dieſem Vorſchlage Gebrauch machte, ſo würde bei genauen Beobachtungen (wie bei allen luftthermometriſchen Beſtimmungen, ſo auch für dieſe) nur noch eine Correction wegen Wärmedehnung des Glaſes übrig bleiben; Hällſtröm's hieher gehörigen Verſuchen gemäß dehnt ſich aber das Glas (d. i. die von Hällſtröm in den Verſuch genommenen Glasart) der Länge y nach bei t Graden der Centeſimalſcale aus, wenn ſie beim Eispunkte (oben S. 116) = 1 geſetzt wird, wie nachſtehende Formel angiebt: $y = 1 + 0{,}00000196\ t + 0{,}000000105\ t^2$; Gilbert's Ann. LXXVIII. 158. und Muncke Hdb. d. Naturl. I. 383 und 416. Nach Dulong und Petit iſt die Ausdehnung des Glaſes für 1° C., das Volumen deſſelben bei 0° C. = 1 geſetzt, bei einer Erhitzung von 0° C. bis 100° C. = 0,000008613 (bei weiterer Erhitzung von 100° C. bis 200° C. = 0,000009 839 und bei der von 200° C. bis 300° C. = 0,000010 857; vgl. auch oben S. 107. Geſchloſſene Luftthermometer mit ſo ſtark ausgedehnter Luft, daß ſie nur noch eine Merkurſäule von 8″ zu tragen vermag (und dann erfolgter Zuſchmelzung des den Spielraum für das ſteigende Merkur enthaltenden oberen, leeren Röhrentheils des längeren Schenkels) findet M. darum verwerflich, weil die ausgedehnte Luft des kürzeren Schenkels (oder vielmehr der Kugel) die — nicht berechenbare — Reibung des Merkur an den Röhrenwandungen zu überwinden und (wie bei jedem gewöhnlichen Luftthermometer mit Abſperrung durch eine lange Merkurſäule) die ganze Merkurſäule in Bewegung zu ſetzen hat; was die Beobachtung ſchwierig und unſicher mache; a. a. O. S. 383.

4) Um die Kugelform des Luftbehälters beizubehalten und dennoch lediglich die Merkurſäule in dem oben nicht zugeſchmolzenen län-

geren Röhrentheile zum Maaßſtabe für die Volumvergrößerung der unten eingeſperrten Luft (und damit der Wärme) zu machen, reichte vielleicht eine ſehr weit getriebene Haarröhrchen-Durchmeſſer-Kleine erreichende Verengung der Glasröhre unmittelbar oberhalb desjenigen Röhrentheils hin, der anhebt, wo die Kugel endet; Falls man dem ganzen oberen Röhrentheile überall nur einen Querdurchmeſſer gebe, der nicht viel mehr beträgt als das Doppelte desjenigen eines Haarröhrchens; denn in dieſem Falle bleibt muthmaaßlich das Merkur in der Röhre hängen, ohne in die Hohlkugel hinabzuſinken? Wenigſtens kann man in Haarröhrchen aufgeſogenes Merkur, darin auch nach nach Entfernung des Mundes einige Zeit vertical ſchwebend erhalten, wenn die Merkurſäulen nicht zu lang ſind.

5) Es mißt freilich kein Thermometer die Wärme unbedingt genau, weil keines vom abſoluten Nullpunkte ausgeht, ein Punkt, der überhaupt, für Alle, welche keinen Wärmeſtoff (keine Eigenweſenheit beſitzende Wärmematerie) annehmen, unſuchbar iſt — weil er unendlich tief fällt; jene Forſcher hingegen, welche zur Erklärung der Wärme-Erſcheinungen ein dergleichen ſelbſtſtändiges Grundweſen gelten laſſen zu müſſen ſich gezwungen erachten, haben jenen Punkt auf mannigfache Weiſe zu erſchließen und darnach zu beſtimmen geſucht. Das zweckmäßigſte Mittel zu dieſer Beſtimmung gewährt ohne Zweifel jene gleichförmige Ausdehnung, welche die Gaſe in Folge der fortſchreitenden Erwärmung unterliegen (oben S. 16 und 96); da nämlich dieſe Ausdehnung für einen Grad der Centeſimalſcale 0,00375 des ganzen bei 0° C. zur Einheit angenommenen Gasvolums beträgt, ſo muß jener Punkt, bei welchem es ſich von gar keiner Minderung der Wärmedehnung mehr handeln kann, dem abſoluten Null angehören, und mithin bei $\frac{1}{0{,}00375} = -266°{,}66\ldots$ C. liegen. — Die künſtlichen Kältegrade, die man zu Stande bringt mittelſt kalt machenden Miſchungen, oder (wie ich bereits vor 13—14 Jahren wahrſcheinlich zu machen mich bemühte) zweckmäßiger mittelſt in dergleichen Miſchungen erkalteter, zuvor möglich comprimirter Luft, die dann in der Nähe des zuvor ebenfalls in der kaltmachenden Miſchung bis zur Kälte derſelben entwärmten, noch tiefer zu erkaltenden Körpers (z. B. eines Gefäßes mit rectificirtem Petroleum, deſſen Starrungspunkt ſeinem Wärmedehnungsverhalten zufolge bei — 79° C. fallen muß; Schwefelkohlenſtoff ꝛc.) plötzlich freigelaſſen wird, ſie dürfte vielleicht bis — 100° C. reichen, und mithin noch ſehr beträchtlich fernen von dem auf vorbemerkte Weiſe erſchloſſenen abſolutem Null. Geſetzt aber, es würde eine künſtliche Kälte von — 267° C. erreicht, ſo müßte bei dieſer Temperatur, obiger Hypotheſe gemäß (die alle Gasdehnung, alſo auch die erſte, jenſeits des unausdehnſamen Zuſtandes, der Gasſubſtanz von der Wärme ableitet) die Luftſubſtanz aufhören Gas zu ſeyn. Faraday gelang es mittelſt jener Art von Zuſammendrückung, welche ein erhitztes Gas auf ſich ſelber ausübt: ſchweflichtſaures Gas, Kyangas, Chlor-,

Ammon-, Hydrothion-, Hydrochlor-, Carbonſäure und Azotoxygas in ſtarken verſchloſſenen, gläſernee Hohlröhren (in denen die nacherzeugten Gasmengen die ſchon vorhandenen verdichten) in tropfbare Flüſſigkeit zu verkehren (K. I. 89 ff.; auf ähnliche Weiſe wie Alchemiker verfuhren, wenn ſie zu miſchende Materien in Gläſer ſperrten, welche wohlverſchloſſen in das Waſſer des Papin'ſchen Topfes gebracht und nun erhitzt wurden; ſ. m. Experimentalphyſik II. 618 ff.) und Perkin's will ſogar durch Druck die atmosphäriſche Luft (alſo Sauerſtoff- und Stickgas, nebſt Waſſer- und Carbonſäuregas in ihrer räumlichen Verbundenheit und nicht jedes dieſer Gaſe einzeln genommen; vergl. oben S. 3 Bem. 3) zur tropfbaren, waſſerhellen Flüſſigkeit verdichtet haben; aber letztere Verſuche bedürfen noch der Beſtätigung, und fiele dieſe auch günſtig aus, ſo fragt es ſich: ob ſolche Luftſubſtanz nicht dadurch, daß ſie den Zuſtand gewechſelt hat, übergegangen iſt in ein chemiſches Gemiſch, und ob ſolches nicht noch weiterer Compreſſion fähig iſt? Sollte letzteres der Fall ſeyn, ſo würde dabei zweifelsohne noch Compreſſionswärme frei werden, und mithin, ſo wenig dieſe tropfbare Luftſubſtanz, als eine bis zu — 267° C. erkaltete leer ſeyn von Ausdehnungswärme.

6) Sehr belehrend über Fertigung, Aenderung und Gebrauch der Thermometer ſind Prof. Egen's hieher gehörige Unterſuchungen; Poggendorff's Ann. XI. 276 ff.; 335 ff. u. 517 ff. und XIII. 33 ff. Beſonders wichtig und dem Inhalte der vorhergehenden Bemerkungen zur Ergänzung dienend, iſt daraus Folgendes: a) da die Thermometerröhren in ihren verſchiedenen Abtheilungen ſich in Abſicht auf Weite häufig ſehr ungleich zeigen, ſo müſſen ſie calibrirt werden; E. verfuhr dabei auf folgende Weiſe: α) Ein Silberſtreifen von etwa 2 Linien Breite und ⅓ Linie Dicke wurde mit einer möglichſt regelmäßigen Eintheilung verſehen, bei welcher die fein gezogenen Theilſtriche etwa 0,07 Linien von einander abſtehen. Bei einer 12maligen Vergrößerung laſſen ſich dann die Zehntel der Zwiſchenräume mit aller Sicherheit ſchätzen. Dieſer Streifen wird mit Silberdrath unbeweglich feſt an die Thermometerröhre gebunden Am zweckmäßigſten verlegt man die feſteſte Umbindung in die Nähe des Aufthaupunktes. β) Um nun der alſo willkührlich getheilten Scale die Auswerthung in Thermometergraden zu geben, dient eine Tabelle, welche den Werth von jedem Zehnerſtriche in Graden angiebt. Eine ſolche Tabelle iſt beim Gebrauche nicht unbequemer, als die Tabelle über die Correction einer Scale, die ſchon anfänglich mit größerer Mühe dem Thermometer vorläufig angepaßt iſt, und alſo uncorrigirte Grade angiebt. Die willkührliche Theilung iſt vorzuziehen, weil ſie ſich leichter ausführen läßt, und, der gerade benutzten Theilmaſchine angepaßt, auch genauer wird. γ) Die Abtrennung eines Merkurfadens (innerhalb der davon erfüllten Röhre) geſchieht am beſten durch Erhitzung vor dem Löthrohre. Nur muß man einige Vorſicht anwenden, damit die Röhre durch zu plötzlichen Temperaturwechſel nicht ſpringe. Da die Löth-

rohrflamme ſehr ſpitz iſt, ſo kann die gewünſchte Fadenlänge genau erlangt werden. δ) Man trennt nun einen Faden von etwa 30° Länge ab, beobachtet deſſen Länge in den verſchiedenen Theilen der Röhre, indem man ſein unteres Ende vor und nach von 200 zu 200 Theilen höher hinaufrückt, widerholt dieſe Beobachtung dreimal; das aus allen 3 Beobachtungen genommene Mittel fehlt äuſſerſt ſelten um 1 ganzen Theil in der Beſtimmung der Fadenlänge, hingegen gewöhnlich um weniger denn 1. Bei der erſten Beobachtungsreihe wird das untere Fadenende jedesmal auf einen Zehnerſtrich, bei den beiden folgenden Reihen wird es auf die benachbarten Theilſtriche geſtellt. Während dieſer Beobachtungen iſt das Thermometer mit ſeiner Scale auf ein kleines Brett befeſtigt; leiſe Schläge mit einem Hammer gegen die Enden des Brettes bewirken die Verſchiebung des Fadens. Durch dieſe Beobachtungen lernt man das Verhältniß der Räume von je 200, 400, 600... Theilen, deren untere Enden ſo weit von einander abſtehen, als der Faden lang iſt, kennen. Denn das Merkur, das bei Verſchiebung des Fadens unten einen Raum leer macht, füllt oben einen Raum von gleicher Größe; die Größen dieſer Räume bei gleicher Länge verhalten ſich alſo umgekehrt wie die Längen der Merkurfäden in ihnen. ε) Jetzt ſteht noch zu unterſuchen: die Röhrenweite innerhalb der Länge des vorhin benutzten Merkurfadens ſelbſt. Zuvörderſt unterſucht man, unter Abtrennung eines Fadens von 10° Länge, mittelſt deſſelben ein Stück der Röhre von 30° Länge gerade ſo, wie zuvor die ganze Röhre durch den Faden von 30° L., und widerholt dieſe Unterſuchung (ebenfalls unter 3maliger Anſtellung) an einer ſolchen Röhrenſtelle, die ſich durch die anfänglichen Beobachtungen als die regelmäßigſte zeigte, um beider Ergebniſſe miteinander vergleichen und nach einem Mittel aus allen zugehörigen Einzelbeobachtungen die Theilung Behufs der Scalengrade vollziehen zu können. Bevor aber letzteres erfolgt, prüft man noch zwei oder mehrere Stücke der Röhrenlänge jede von 10°; ſie führen zur genauen Kenntniß jener Röhrenſtellen, welche bei 10° Länge überall faſt g l e i c h w e i t ſind und die als ſolche das Mittel halten zwiſchen den engeren und weiteren Stellen von gleicher Länge. Sie, jene gleichweiten 10gradigen Stellen dienen nun dazu, um auf dieſelben geſtützt die relative Capacität der ganzen Röhre zu berechnen. Sind dergleichen regelmäßige Stellen nicht aufgefunden worden, ſo trennt man einen Faden von etwa nur 3° Länge ab und unterſucht durch ihn die regelmäßigſten 10° der Röhre. (Oder, im Allgemeinen z w e c k m ä ß i g e r: Man unterſucht die Röhre von 200 zu 200 Theilen, jeder Theil zu 0,007 Linien gerechnet, giebt dem erſten Faden eine Länge von 10000 Theilen, dem zweiten eine von 2000 Theilen, dem dritten endlich eine von 400 Theilen.) Kommen Röhren vor, welche innerhalb gewiſſer Strecken zwar nicht gleichweit ſind, die ſich aber gleichmäßig erweitern und verengen, ſo dürfen ſolche Stellen ebenfalls der Berechnung zum Grunde gelegt werden. Uebrigens hat man bei hieher gehörigen Beobachtungen die größte Vorſicht anzuwenden: damit das Thermometer während einer Beobachtungsreihe ſeine Temperatur (z. B. durch Beſtralung) nicht ändere;

eine Temperaturänderung von 1° C. ändert ſchon merklich die Fadenlänge von 30° (und für die ganze Fadenlänge beträgt dieſes eine Aenderung um 2 Theile). (E. hieng zu dem Ende ein zweites Thermometer neben das gegen Stralwärme möglichſt geſchützte, zu calibrirende; änderte erſteres ſeine Temperatur während der Beobachtung um $\frac{1}{4}$° C., ſo wurde die Beobachtung einſtweilen auf kurze Zeit unterbrochen. Trotz der häufigen Unterbrechungen mußte eine ganze Reihe von Beobachtungen ſchnell genug vollendet ſeyn, damit ſich in der Zeit die Temperatur des Beobachtungsortes nicht um $\frac{1}{4}$ C. änderte; zur Controlle wurde unmittelbar nach der letzten Beobachtung im oberſten Theile der Röhre, die Länge des Merkurfadens am untern Theile beſtimmt, welche dann mit der früher im Anfang abgeleſenen Reihe zuſammenfallen mußte.) Wird jene Röhrenſtrecke, welche man der Berechnung zum Grunde legen will, ſo viel als möglich nach der Röhrenmitte zu genommen, ſo werden ſich die Beobachtungsfehler am wenigſten häufen.

5) Bei Röhren, welche keine einzige regelmäßige Weite zu erkennen geben verfuhr Egen auf folgende Weiſe: Zuerſt wurde die Länge eines Fadens von etwa 12000 Theilen in allen Theilen der Röhre, indem er jedesmal 200 Th. fortrückte, beobachtet (die Beobachtungen wurden 3fach angeſtellt und aus den dadurch gewonnenen drei Reihen das Mittel genommen) dann wurde der mittlere Theil der Röhre in einer Ausdehnung von 12000 Theilen (Länge des erſten Fadens) auf gleiche Weiſe erſt durch einen Faden von 5000 Theilen, dann durch einen andern von 2000 Längetheilen unterſucht, und zwar ebenfalls für jede dieſer Fadenlängen 3 Beobachtungsreihen und aus denſelben das Mittel genommen) jetzt bezeichnete man die Capacitäten der Röhrenſtrecken von 200 zu 200 Theilen in dieſem mittleren Theile mit $a, b, c, \ldots a', b', c', \ldots a'', b'', c'' \ldots$ und wenn nun z. B. der Merkurfaden in der Strecke a um 200 Theile fortrückte, während er oben, etwa bei b', nur um 198 Th. fortſchritt, ſo war $a = \frac{198}{200} b' = \frac{200}{202} b$. Schritt ferner der Faden bei b' um 200 Th. fort, während er bei c'' um 196 Theile emporſtieg, ſo war $b' = \frac{196}{200} c'' = \frac{200}{204}$; mithin $a = \frac{200}{206}''$. Dadurch, daß man hier Größen der zweiten Ordnung (die durchaus nicht in Betracht kommen) vernachläßigte, werden die Zahlen ſehr einfach gehalten, und jede Ableſung für die beiden kürzeren Fäden, mit Ausnahme der erſten, giebt auf dieſe Art zwiſchen den unbekannten Größen eine Gleichung; Gleichungen, von denen zwar in Folge von Zufall nicht alle unabhängig von einander erſcheinen werden, bei denen man jedoch immerhin, wenn der Zufall nicht ſehr unglücklich ſpielt, leicht doppelt ſo viele von einander unabhängig erhalten wird, als unbekannte Größen da ſind. Ihre Auflöſung iſt ſehr leicht, und macht bei Anwendung der obigen Abkürzung wenig Mühe. So erhält man für jede unbekannte Größe wenigſtens 2 Zahlenwerthe, aus denen das Mittel zu nehmen iſt. Dieſe ſubſtituirt man ſtatt der Buchſtaben im mittleren Theile der Röhre, und beſtimmt die Räume der äuſſern Theile nach den Beobachtungen am erſten Faden. Wenn E. ſolchem Verfahren gemäß die nun beſtimmten Capacitäten der Röhrenſtrecken mit ſämmtlichen Fadenlängen verglich, ſo fand er nur ſelten Abwei-

chungen von 1 Theil; nie größere, und ſo konnte er ſich dann verſichert halten: daß die fernere Auswerthung der obigen willkührlichen Eintheilung in Graden nur ſelten Fehler von 1 Th. und nie größere haben werde. η) Beim Calibriren ſollen — wie aus ϑ) hervorgeht, Räume von 200 zu 200 Theilen mit einander verglichen werden. Beim Beobachten der Merkurfadenlänge vergleichen ſich Räume mit einander, von welchen zwar der untere zwiſchen den voraus beſtimmten Theilſtrichen liegt, nicht aber der obere; die oberen Räume müſſen ſonach vor der Berechnung durch Interpolation gleichſam zwiſchen die voraus beſtimmten Theilſtriche hingeſchoben werden.

b) Nicht nur wird die Thermometerkugel durch den äuſſern Luftdruck merklich zuſammengepreßt (oben S. 109), ſondern auch durch den Druck der Merkurſäule im vertical hängenden Thermometer merklich erweitert, wie E's Verſuche lehrten (a. a. O. XIII. 41 ff.). Es fand ſich nämlich die Wirkung des Drucks der Merkurſäule den Druckhöhen nahe proportional; bei ſehr niedrigen Säulen ſchien ſie nicht ganz ſo groß zu ſeyn, als ſie es der Berechnung nach hätte ſeyn ſollen. Bei 30 Neigung war ſie (bei 2 Thermometern) etwas weniger als halb ſo groß, als bei ſenkrechtem Stande (ſie hätte aber nur genau halb ſo groß ſeyn ſollen). Aus dem Ganzen der hieher gehörigen Beobachtungen folgt: daß die in dem Haarröhrchen des Thermometers eingeſchloſſene Merkurſäule, ziemlich genau dem hydroſtatiſchen Geſetze gemäß auf die Kugelwände drückt; d. h. daß ihr Druck den Druckhöhen ſehr nahe proportional iſt. Er betrug bei einem der hiezu in Unterſuchung genommenen Thermometer, bei den beigeſetzten Druckhöhen:

Druckhöhe	bei ſenkrechtem Stande: beobachtet	berechnet	Dicke der Kugel	der Röhre
12,04	16	.	0,26	0,12
5,06	7	6,7		
3,66	4	4,8		

c) Aufthau- (Gefrier- oder Eisſchmelz-) Punkt und Siedepunkt müſſen bei Thermometern zu gleicher Zeit beſtimmt werden. Bei der Beſtimmung des erſteren kann man durch eine einzelne Beobachtungsreihe leicht eine Genauigkeit bis auf 1 Theil erhalten. Soll der letztere eben ſo genau beſtimmt werden *), ſo ſind

*) Egen bedient ſich dazu eines beſonders eingerichteten, a. a. O. S. 517 ff. beſchriebenen weißblechenen, auf dem Boden 9'' weiteren Keſſels, der aus zwei trennbaren Theilen beſtehend mit einer rechteckigen Oeffnung von 2 Zoll Länge und 1 Zoll Breite verſehen iſt, welche durch einen Schieber verſchloſſen werden kann. Zur Aufnahme von Thermometerröhren, deren Siedepunkt beſtimmt werden ſoll, befindet ſich oben ein beſonderer

wenigſtens 5 Beobachtungsreihen erforderlich. Man berechnet aus ihnen zuvörderſt den Werth der Verrückung des Siedepunktes für

---

Cylinder, und an einer andern Stelle ein zweiter, um ein Thermometer durchzuſtecken und mittelſt eines Korks einzuklemmen, damit man demſelben die Temperatur des ſtets und gleichförmig über Kohlengluth im lebhaften Wallen zu erhaltenden Waſſers ertheilen kann. Die Einrichtung muß ſo getroffen werden, daß das Feuer nie Keſſeltheile umſpielen könne, welche inwendig von Waſſer entblößt ſind. Die Thermometer müſſen dabei ununterbrochen im Dampfe bleiben; ſie ändern dann ihren Stand nicht, wenn die Beobachtungen auch mehrere Stunden koſten ſollten. Bei lebhaftem Sieden hatte die Größe der (Dampfentlaſſung bedingenden) Schieberöffnung, wenn ſie wenigſtens 6 Linien beträgt, keinen Einfluß auf den Siedepunkt, wohl aber ſinkt letzterer etwas, wenn bei ſchwachem Wallen der Schieber ſehr weit geöffnet iſt. (In dem von Biot zu gleichem Zwecke angegebenen Siedgefäß mit doppelter Mündung, entweicht der Dampf weit über den Thermometerkugeln; die eine der Mündungen dient dazu, das eingeſenkte Thermometer mittelſt eines Korks ſo zu feſtigen, daß ſeine Kugel nahe bleibt der Oberfläche des ſiedenden Waſſers; die andere um den Dampf zu entlaſſen; B's Experimentalphyſik überſetzt von Fechner. Leipzig. 2te Aufl. d. deutſch. Bearb. 1828. 8. I. S. 192). E. hat a. a. O. gezeigt, daß ein Barometerſtand von 0°,76 Metres, oder 336,9 Linien als normal bei der Siedepunktbeſtimmung angenommen werden müſſe; vgl. oben S. 108. Bem. 10. Auch E. fand 1) daß die durch Luftdruck (Kugelzuſammenpreſſung; oben S. 109) erfolgte Froſtpunkterhöhung größer iſt bei dünn- als bei dickglaſigen Kugeln, und 2) daß jede Erwärmung des Thermometers bis zum Siedepunkt den Froſtpunkt bedeutend erniedrigt; es ſtieg dieſe Erniedrigung bis 0°,315 C. ſchwand jedoch nach jedesmaligem Erniedern wieder allmälig, ſich zu 0° C. erhebend. Schlinget man um die Röhre, in jene Gegend, wo der Siedepunkt muthmaaßlich hintreffen wird, einen auf und nieder ſchiebbaren Fadenring, ſo ſetzt dieſes Mittel in den Stand, jenen Augenblick wahrzunehmen, in welchem das Merkur den Siedepunkt wirklich erreicht hat, d. h. in welchem es zum höchſten Merkurſtande gelangt iſt. Parrot d. j. (Mém. sur les Points fixes du Thefmomètre. Petersb. 1828. 4.) hat gegen Biot durch Verſuche darzuthun geſucht: daß das Thermometer nothwendig im Waſſer ſchweben müſſe, wenn man bei der Siedepunktbeſtimmung nicht irren wolle. Man gießt zu dem Ende in ein weißblechenes Gefäß (oder in deſſen Ermangelung: in einen erdenen Topf mit unverletzter Glaſur) ſo hoch deſtillirtes

jede Linie Barometerveränderung, dann die Lage deſſelben für jede Beobachtungsreihe und nimmt dann aus deſſen verſchiedenen Stellungen die **mittlere** als die **wahre** an; ſ. oben S. 108. — E. folgert aus ſeinen Unterſuchungen, daß die früheren (älteren) Thermometerbeobachtungen nicht bis auf $\frac{1}{4}°$ verbürgt werden können. Die meiſten von E. unterſuchten, **guten** Thermometer hatten Fehler von $\frac{1}{2}°$ und darüber; die Fehler wurden in der Regel um ſo bedeutender, je höher die beobachtete Temperatur war; bei 50° und darüber würden die älteren Angaben nicht bis auf 1 Grad genau genommen werden dürfen, es ſey denn: daß beſondere Sorgfalt auf Feſtſtellung des Siedepunktes verwendet worden wäre.

7) Bei Beſtimmung des **Eis**- oder **Froſtpunkt's** legt man das oben geſchloſſene luftleere Thermometer am beſten ganz und gar

---

Regenwaſſer, daß die Thermometerkugel 2 Zoll hoch vom Boden bleibt und dann eben ſo hoch über ſich den Waſſerſpiegel hat, bringt das Waſſer in ſtarkes Sieden und trägt Sorge, daß der über den Waſſerſpiegel hervorragende Röhrentheil ſtets von Waſſerdampf umgeben bleibt. Letzteres erfolgt am beſten mittelſt eines dem oben beſchriebenen ähnlichen, hohlcylindriſchen Aufſatzes, der nicht zu enge Seitenöffnung den Dämpfen Abzug geſtattet. Das oberſte Röhrenende ragt dabei nur ſo weit aus dem Aufſatze vor, als zur Bezeichnung des feſten Punktes nöthig iſt ꝛc. Wenn die Scale lang ſey, bemerke man dabei immer eine Art hüpfende Bewegung des Merkur, welche nur dann die genaue Siedepunktbeſtimmung wenig hindere, wenn das Waſſer über einer gleichmäßig brennenden Weingeiſtlampe in ſtets gleichmäßigem Sieden erhalten werde. Vergl. **Muncke** a. a. O. Erwägt man indeß, daß, wenn die Kugel ins Waſſer taucht, der Siedepunkt ſich nothwendig fortdauernd ändern und damit ein ſtetes Hüpfen des Merkur erzeugen muß, weil (durch Verdampfen) der Höhenſtand des Waſſers, damit der Druck und hiemit die Temperatur der Waſſerſchichten ſich unausgeſetzt ändert, und daß **Biot** ausdrücklich bemerkt: wie er nur einen feſten Siedepunkt gewonnen, weil die ungepreßte Dampfſäule, dort, wo keine Luft mit ins Spiel geräth, ſtets dieſelbe Temperatur hat, und überſieht man nicht: daß eine Weingeiſtflamme ſtets ſehr ungleich erhitzt, weil ſie ſtellenweiſe ungleiche Intenſität darbietet und das aus ihr erzeugte Kohlenſäure- und Waſſergas andere Wärmemengen mittheilt, als der glühende Dunſtconus (oder Pyramide; nämlich die ſtets mehr oder weniger flackernde Flamme) ſelbſt, ſo wird man der durch nicht flammende und nicht rauchende Kohlen erzeugten und unterhaltenen Glut, Behufs der Gefäßheitzung den Vorzug zu geben ſich gezwungen fühlen.

in reinen (ſchmutzfrei aufgefangenen, nicht zu naſſen) Schnee, oder in Eisſtaub, der gewonnen wurde durch Zerſtampfen des Eiſes in einem kalten Zimmer, oder in freier Luft und ſchiebt dann mit einem zuvor in Schnee erkalteten Glasſtäbchen in der Gegend der Kugelnähe den Schnee von Zeit zu Zeit weg) ihn nöthigenfalls wieder anhäufend, wo man ihn weggenommen hatte, um die Stelle zu finden, wo das Merkur nicht weiter zur Kugel zurückgeht (ſich nicht mehr zuſammenzieht) die man dann ſogleich durch etwas Tuſche, oder in Weingeiſt gelöſtes, rothes Siegellack (mittelſt eines feinſten Pinſenſtrichs) bezeichnet. Man läßt dann den Strich trocken werden, und wiederholt den Verſuch mehrere Mal auf gleiche Weiſe; erhält man ſo mehrere Striche, ſo nimmt man aus ihren Geſammtabſtänden das Längenmittel und bezeichnet hier für 0° C. die Stelle mit einem ſchwachen Feilſtrich (denn Tuſche würde ſich löſen und Lak ſchmelzen und ſich verwiſchen beim gleich darauf eintretenden Siedepunktbeſtimmen). — Andere rühren viel Schnee und reines Waſſer mit einem Spatel in einem Gefäße zur Breie an, und ſenken nur die Kugel und zwar 10 Minuten hindurch hinein (in einer Luftumgebung die nicht mehr als etwa 0°,5 C. hat) oder vielmehr ſo lange, bis das Merkur nicht weiter fällt.

8) Nimmt man, wie bisher geſchehen, 28″ pariſ. Barometerſtand zur Beſtimmung des Siedepunkts als normal an für Deutſchland, d. i. als nahe genau dem mittleren im Niveau des Meeres (die Engländer beſtimmten bisher bei 29″ engl.; die Franzoſen bei 0,76 Met.; Beſtimmungen, die zwar nicht vollkommen gleich, jedoch für alle meteorologiſch zu beobachtende Wärmegrade ſo gut als übereinſtimmend betrachtet werden können), ſo wird freilich eine Beſtimmung der Siedepunkte bei anderen Barometerſtänden als dem genannten unnöthig, kommen hingegen Fälle vor, wo der Siedepunkt nicht beſtimmt worden war bei 28″, ſondern bei anderen Barometerſtänden, ſo giebt folgende aus Muncke Hdb. d. Naturl. I. 394 entlehnte Tabelle Anleitung zu der in ſolchem Falle nöthigen Correction. Es zeigt nämlich dieſe Tabelle von 29″ par. bis 26″ par., von 6 Duodecimallinien zu 6 Linien, für die Centeſimalſcale die zugehörigen Siedepunkte:

Barom.	29,0 Zoll;	28,5 Z.;	28 Z.;	27,5 Z.;
Therm.	100°,816 C.;	100°,408;	100°;	99°,592;
Barom.	26 Z.;	26,5 Z.;	26 Z.	
Therm.	99°,183;	98°,775;	98°,366.	

Vergl. oben S. 98 ff. Am beſten corrigirt man ſolche Fehler ſogleich an der Scale ſelbſt. Wäre z. B. der Siedepunkt eines Thermometers bei 27″ p. beſtimmt, ſo müßte man an die gefundene Stelle noch 0,00817 des ganzen Zwiſchenraums, zwiſchen Siede- und Eispunkt, hinzuſetzen, und dort den wahren Siedepunkt annehmen; wäre der Siedepunkt bei 29″ par. Bar. beſtimmt worden, ſo würde man die Correction ſubtractiv zu vollziehen haben. Zeigte alſo

ein Thermometer bei der Prüfung des Siedepunktes 100 + x Grade, oder 100 — x Grade, ſo iſt in jenem Falle jeder corrigirte Grad $t' = t\left(1 - \frac{x}{100}\right)$, in dieſem dagegen $t' = t\left(1 + \frac{x}{100}\right)$ wenn t die beobachteten Grade bezeichnet; Muncke a. a. O.

9) Da daſs Glas, wie die meiſten ſtarren Materien, bei niederen Temperaturen härter, bei höheren weicher wird, ſo müſſen auch die gegen daſſelbe gerichteten äuſſeren und inneren Druckgrößen der Luft und des Merkur in ihren Wirkungen ſich verſtärken bei höheren, und ſchwächen bei niederen Temperaturgraden; auch müſſen ſie auſſerdem nothwendig abhängen von der urſprünglich verſchiedenen Härte des Glaſes. Auffallend ſind dieſe Unterſchiede bei Kali-, Natron-, Bleioxyd-haltigem und Kalk-haltigem Glaſe; letzteres — das härteſte — fordert aber, um ohne Kali- oder Natron-Zuſatz Durchſichtigkeit zu gewinnen, ſehr hohe Temperatur.

10) Erwägt man, daß die durch äuſſeren Luft- und inneren Merkurſäulendruck entſpringenden, im Vorhergehenden und S. 108 ff. berührten Unvollkommenheiten luftleerer, geſchloſſener Thermometer vorzüglich dadurch bedingt werden, daß der untere Merkurträger kuglig oder zwar cylindriſch, dann aber um ein Beträchtliches weiter und dünnwandiger iſt, als die Röhre ſelbſt, ſo würde man, wie es ſcheint, den davon abhängigen Correctionen oder der S. 109 gedachten gänzlichen (Scalen-) Erneuerung des Inſtruments für meteorologiſche Beobachtungen im hohen Grade entgehen: wenn man das untere Ende der Röhre nur zuſchmölze, aber weder kuglig noch cylindriſch erweiterte; es verſteht ſich von ſelber, daß man die Röhre eines ſolchen gleich weiten, überall nur Haarröhrchen-Querdurchmeſſer darbietenden Thermometers hinreichend zu verlängern, und wohl am zweckmäßigſten nur in horizontaler Lage zu beobachten hätte. Die überall dicken Wände einer alſo geſtalteten Thermometerröhre würden das Inſtrument freilich für Wärmewechſel weniger empfindlich machen, aber, wo es nicht auf Beſtimmungen augenblicklicher Temperaturänderungen der Umgebungen ankäme, würde dieſer Nachtheil ohne Wirkung, der Vortheil dagegen: ein beſtändig gleichbleibendes Inſtrument zu beſitzen überwiegend ſeyn; und wollte man dabei die ſenkrechte Lage beibehalten und die daraus etwa noch erwachſenden Innendruckeinflüſſe möglichſt beſeitigen, ſo dürfte man die Röhre nur 2mal rechtwinklig biegen; ſo daß beide durch einen unteren, horizontal laufenden Röhrentheil verbundene ſenkrecht aufwärts ſtehende Schenkel, deren jeder eine der anderen gleichlautende und gleichkommende Scale erhielte (die ſich beim Beobachten wechſelſeitig controllirten) ein Thermometer darſtellt. Die horizontale Verbindungsröhre brauchte dabei nur kurz (etwa 1 — 2 Zoll lang) zu ſeyn, damit das Inſtrument nicht zu breit würde, und der Umſtand: daß ein dergleichen Doppelthermometer nicht nur bei den Biegungsſtellen etwas verengt erſchiene, ſondern überhaupt nach beiden Seiten dieſer Stellen hin nicht gleich weit bliebe, dieſer würde in ſeinen

etwaigen Nachtheilen ſich dadurch nahe aufheben, daß man beiden Schenkeln beträchtliche Längen gebe und es ſo einrichtete, daß der Eisſchmelzpunkt in beiden möglichſt weit aufwärts entfernt läge von jenen Stellen. Eine Merkurſäule würde in ſolchem Doppelthermometer ſtets der anderen das Gleichgewicht halten und kleine Ungleichheiten im Querdurchmeſſer derſelben würden ſich dabei für jede Temperatur ausgleichen. Auch würde der Merkurfaden Dehnung genug zeigen, um weitgehende Scalentheilungen zu geſtatten. (Fragt der Leſer: warum ich dieſen Vorſchlag nicht bereits oben S. 109 mittheilte? So bleibt mir nur *die* Antwort: der Gedanke dazu kam mir erſt bei der Correctur des vorliegenden Bogens, und ich konnte ihn daher erſt hier einſchieben; was die Güte des Leſers entſchuldigen möge!) Zu leugnen iſt nicht, daß bereits in *Rumford's* *Mikrocalorimeter* oder *Thermoskop* (zwei durch eine 3 Fuß lange Linien weite gläſerne Röhre, mittelſt Erhabenkrümmung und dann erfolgter ſenkrechter Biegung beider Enden dieſer Röhre und Ausblaſens jedes dieſer einige Zoll lange Enden verbundene Hohlkugeln, die mit jenen eine Vorrichtung bilden, welche in den Stand ſetzt — nachdem mittelſt Füllung der Kugeln mit gefärbten Weingeiſt, Ausſieden des letzteren, bis jede der Kugeln nur etwa noch bis zu $\frac{1}{4}$ davon erfüllt iſt, Zuſchmelzung der einen mittelſt langer Hohlſpitze bis dahin offen gelaſſenen Kugel und Fortbewegung eines Tropfens des Weingeiſtes der einen oder anderen Kugel bis in die Mitte der oberen 3 Fuß langen, horizontalen Verbindungsröhre, ein durch Alkoholgas in einem langen Raume beweglicher Tropfen zu Stande gebracht worden iſt — Temperaturunterſchiede von $\frac{1}{3000}$ eines R'ſchen Grades, wenn auch nicht zu meſſen, doch noch wahrzunehmen) Leslie's *Differentialthermometer* (auch L's *Photometer* oder L's *Pſychrometer* oder *Hygrometer* genannt; jenachdem man es benutzen will, um die Stärke des Lichtes mittelſt des Grades der dadurch bewirkten Erwärmung der gefärbten Flüſſigkeit zu meſſen, oder den *Thaupunkt* — vergl. oben S. 90 und damit das Feuchtigkeitsmaaß der Luft zu beſtimmen) vergl. oben S. 80 und mehr noch im Pulshammer die Veranlaſſung zur Darſtellung des Doppelthermometers gegeben war, allein da in letzterem nie der eine Schenkel des Inſtruments ohne den andern hinſichtlich der Wärmedehnung befragt, und mithin dadurch auch keine Differenz dieſer Wirkungen gemeſſen wird, wie es doch in allen drei genannten und mehreren ähnlichen Vorrichtungen der Fall iſt, ſo wird man dem Doppelthermometer: Eigenthümlichkeit der Einrichtung zuzugeſtehen nicht verweigern können, und zwar einer Einrichtung, welche alle Zweifel an der Beſtändigkeit der Güte der geſchloſſenen Merkurthermometer zurückweiſt. — „Was übrigens die Vollgültigkeit jener Zweifel betrifft, ſo iſt dieſelbe in neuerer Zeit gegen *Gourdon* (der zuerſt verſuchte die oben S. 109 berührte Vergänglichkeit der Güte der Merkurthermometer zu erklären; Bibliotheque univers. XIX. 154) *Flaugergues* (der das Hinaufrücken des Eispunkts nur vom äuſſern Luftdrucke ableitete; a. a. O. XX. p. 117 ff.), *Marcet*, *de la Rive* und *Kämtz*, welche durch Verſuche mit der *Guerike*-

ſchen Leere ſich zu beweiſen bemüheten, daß die Flaugergues'ſche Erklärung naturgemäß ſey (a. a. O. XXII. 265 und Schweigger's Journ. XL. 200; indem ſie fanden: daß das Merkurthermometer in der genannten Leere ſtets einen Grad niedriger ſtand, als in unverdünnter Luft) durch van Moll (Edinburgh. Phyl. Journ. XVII. 196 und einige engliſche Phyſiker in Anſpruch genommen worden, indem erſterer eine größere Zahl alter Thermometer mit neuen von Dollond und Newmann gefertigten verglich, und zum Ergebniß erhielt: daß erſtere mit letzteren übereinſtimmten; indeß wird in der Edinburgher Nachricht nicht geſagt, daß van Moll die Prüfung der Thermometer in ſchmelzendem Eiſe vollzogen habe, was allerdings wohl vorausgeſetzt werden darf, dann aber, wenn es jenes Ergebniß gewährte, wie Kämtz (a. a. O. S. 209) treffend bemerkt: nur bewieſe: daß alle, auch die neuen von van M. geprüften Thermometer denſelben Fehler hatten (wobei es freilich etwas ſeltſam wäre: daß bei allen derſelbe Fehler in gleichem Grade vorgekommen ſey). Muncke — van Moll beiſtimmend — bemerkt in ſ. Hdb. I. S. 591: Sowohl theoretiſche Gründe, als auch die Erfahrung beſtätigen die Richtigkeit dieſes Zweifels. Würden nämlich die Thermometer erſt nach der Verfertigung ihrer Skale luftleer gemacht, ſo müßte ſich allerdings ein Einfluß des Luftdruckes auf das elaſtiſche Glas zeigen, allein da ſie ſämmtlich einige Zeit, meiſtens mehrere Tage vor der Beſtimmung der feſten Punkte luftleer gemacht werden, ſo geht die Zuſammendrückung des Glaſes durch den Luftdruck der Bezeichnung des Gefrierpunktes voraus, und es ſtreitet gegen die Natur der Elaſticität, daß dann durch die Länge der Zeit eine zunehmende Verminderung der Queckſilberkugel ſtatt finden ſollte, weil ſie ſonſt zuletzt zerdrückt werden müßte." — Dagegen ſtreiten jedoch Egen's Beobachtungen der fortſchreitenden Erhöhung des Gefrierpunktes und die von Flaugergues u. A. denen zufolge ein von Caſati gefertigtes Thermometer, welches im ſchmelzenden Eiſe auf + 0°,9 ſtand und das, als er das obere Röhrenende abbrach, auf + 0°,3 ſank, wo es ſtehen blieb; und obgleich beiden Beobachtungen zufolge die Gefrierpunkterhöhungen nur zwiſchen 0°,08 und 0°,37 ſtatt zu finden ſcheinen, ſo ſind ſie doch darum nicht zu bezweifelnde, oder zu überſehende, durch die Zeit herbeigeführte Unterſchiede des Nullpunkt-Standes. Auch iſt es denkbar, daß die Aenderung noch nach der Skalenanfügung, obgleich nur ſchwach ſo lange fortdauert: bis der Auſſendruck eine Stellung der Glastheilchen erzwungen hat, welche möglichſt vielſeitige Anziehung der Kryſtallatome und damit einen Widerſtand gewährt, der hinfort hinreicht, gegen weiteren Zuſammendruck zu ſchützen. Denn es iſt vielleicht (gegen Yelin; oben S. 109 Anm.) — die Hauptquelle des ganzen Phänomens (Verrückung des Eispunktes) zu ſuchen in der Wirkung der Wärme; es ſtellt nämlich dar jede Thermometerkugel eine ungekühlte Glasmaſſe (von der Glasart, wie Bologneſer Flaſchen ſie darbieten) die erſt beim Beſtimmen des Siedepunktes etwas der Art zu erleiden beginnt, was dem ſogenannten Kühlen des gewöhnlichen Glaſes ähnlich iſt, und nur nach und nach durch, wenn gleich ſchwach,

doch

doch lange Zeit (während des größeren Theils des Jahres) andauernſdes Temperaturerhöhen vollendet wird. Sah doch Braconnot einen ſchon feſten Zucker kryſtalliſiren (Kämtz bei S. a. a. O. 223) und zeigen doch Seebeck's, Brewſter's, Biot's und Fresnel's optiſche Verſuche (a. a. O. 222), daß das Glas mehr oder weniger ſchnell erkaltend: die An- und Gegenfügung ſeiner Kryſtallatome ändert. Man ſollte daher Thermometerröhren, nachdem die Kugel angeblaſen worden, unter geſättigter Salzlöſung, und wenn's thunlich wäre, beſſer noch: unter Merkur auskochen, um ſie zu kühlen, bevor man ſie füllt; letzteres Mittel würde vielleicht zugleich in den Stand ſetzen, die Füllung ſo zu vollziehen, daß Bellani's Verdacht: es enthielte jedes Merkurthermometer, das nicht vollſtändig ausgeſotten worden, ſtets noch den Glaswänden anhaftende feuchte Luft wegfiele. Bellani's Beobachtung: daß Thermometerkugeln, welche Jahre lang gelegen und dann mit kaltem Merkur gefüllt wurden — keine Erhöhung des Eispunktes darboten (a. a. O. S. 214), widerſpricht aber der Annahme und dem ſo eben bezeichneten Vorſchlage nicht, indem ſie nur nachweiſt: daß einmal durch Jahre langes Liegen gekühltes Glas keine merklichen Veränderungen ſeiner Kryſtalliſation mehr erleidet, wohl aber dergleichen erleiden kann, wenn es nach ſolchem Liegen aufs Neue (beim Füllen mit Merkur) ſtark erhitzt wird. In wirklichen Glaskühlöfen vorſichtig gekühlte und dann noch ausgekochte Kugelröhren, würden fortan, wenn die Kugelwände nicht zu dünne gerathen, muthmaaßlich gar keine Veränderung ihres Innenraums mehr darbieten, Falls überhaupt die ungleiche Härte der Glasmaſſe (oben Bem. 9 S. 126) keinen Unterſchied hervorbrächte.

11) So verſchiedenartig übrigens auch die Glasmaſſen verſchiedener Thermometer, und ſo wenig gleich auch deren Flüſſigkeiten ſeyn mögen, ſo hat dieſes doch (wenn nur die Kugeln ihre Rauminhalte unveränderlich behaupten) keinen Einfluß auf die Vergleichbarkeit der Thermometer; denn es ſind deren Anzeigen von der abſoluten Größe der Wärmedehnbarkeit der Flüſſigkeit, wie des Glaſes unabhängig. Es erfolgt nämlich, ſo weit die Thermometerſcale reicht (von 0° C. bis 100 C.) die Ausdehnung des Merkur (oder überhaupt der meſſenden Flüſſigkeit) jener des Glaſes; ungleiche Ausdehnungen verſchieden gearteten Glaſes werden daher auch in proportionalem Maaße die abſoluten Längen des ganzen Zwiſchenraumes von 0° bis 100° C., ſo wie den jedes einzelnen Grades abändern, und dieſe Grade werden daher noch genau den nämlichen Temperaturen entſprechen, obgleich ſie in verſchiedenen Thermometern ungleich lang ſeyn können. Es betrifft ſolche Veränderung (der Vergleichungsfähigkeit unbeſchadet) lediglich die abſolute Größe der ſcheinbaren Merkur- (Weingeiſt-, Oel ꝛc.) Dehnung; Falls man zur Meſſungsflüſſigkeit, ſtatt Merkur: Weingeiſt, Oel, Aether oder dergleichen gewählt hätte. — Zu Temperaturbeſtimmungen bei Kältegraden, welche dem Gefrierpunkt des Merkur nahe liegen, oder wohl gar darunter fallen, dienen am beſten Alkoholthermometer, weil reiner Alkohol bei keiner bekannten natürlichen Kälte gefriert.

12) Nicht zu enge, luftfreie Merkurthermometer laſſen, wenn man ſie umkehrt, ihren Merkurgehalt aus der Kugel in die nicht zu enge Röhre dergeſtalt frei entſinken, daß die ganze Röhre davon erfüllt wird. Enthalten ſie dagegen etwas Luft, ſo erfolgt entweder dieſe Röhrenfüllung unter den bemerkten Umſtänden nur dem größeren Theile nach, oder es ſetzen ſich (wie auch beim Schütteln, z. B. auf Reiſen zu geſchehen pflegt) Luftblaſen zwiſchen die Merkurcylinder. Will man dieſe (die fehlerhafte Fertigung des Inſtruments bezeugenden) Luftblaſentheilungen wieder aufheben, ſo muß man das obere Ende der Röhre an eine 3—5 Fuß lange Schnur befeſtigen und es, ſo ſchnell als möglich, am Ende dieſer Schnur, wie eine Schleuder bewegen; die Schwungkraft, welche wegen überwiegender (Dichte und derſelben entſprechenden) Maſſengröße des Merkur eine ſtärkere Wirkung auf dieſes, als auf die Luft ausübt, reicht unter den bemerkten Umſtänden gewöhnlich hin, die Wiedervereinigung der getrennten Merkurſäulen herbeizuführen. „Vorzuziehen dürfte es ſeyn, oben an der Röhre eine kleine Ausweitung anzubringen, und, ſobald eine Trennung in der Säule erfolgte, die Thermometerkugel ſo ſtark zu erhitzen, daß das Merkur in dieſe erweiterte Stelle hineinſtiege; wo es dann, bei langſamen Erkalten, in Form einer einer einzigen zuſammenhangenden Maſſe in die Röhre zurücktreten würde.“ Biot in ſ. Experimentalphyſ. 2. Aufl. der deutſch. Bearb. I. 183.

13) Zu Reiſethermometern eignen ſich unter andern auch jene kleinen (nur 4—5 Zoll langen) Merkurthermometer recht wohl, (ſo wie auch zu ſehr bequemen und die gewöhnlichen an Empfindlichkeit überbietenden Badethermometern), welche an ihrem oberen Ende mit einer Meſſingſchraube (Schraubenſpindel) und einer eingehäkelten ſtarken Schnur verſehen, mittelſt der erſteren in eine Schraubenmutter eingedreht werden können, welche am oberen Ende einer cylindriſchen Glaskapſel ſich befindet. Alſo eingeſchraubt, iſt das Thermometer um ſo mehr gegen äuſſere Gewalt, Staub ꝛc. geſchützt, als der das Thermometer (zur Zeit deſſen Nichtgebrauchs) einſchließende, unten zugeſchmolzene, oben durch die Meſſingſchrauben verſchloſſene Glascylinder in ein hölzernes Futteral geſchoben wird, das — für Fußwanderungen in unwegſamen Gegenden, z. B. bei Gebirgsreiſen, Gletſcherbeſteigungen ꝛc. — auch noch eine gegen Zerbrechlichkeit ſchützende Metallfaſſung erhalten kann. In Berzelius Löthrohrbeſteck, wie es z. B. von Apel und Lüders in Göttingen gefertigt wird, iſt ein dergleichen, ſeiner Kürze ohngeachtet, ſehr empfindliches Thermometer beigegeben.

§. 184.

Da ein Luftthermometer der älteren Einrichtung (oben S. 95) zugleich als Barometer wirkt, ſo ſchien eine paſſende Verkürzung deſſelben, verbunden mit geſonderter Tempera-

turmeſſung das Mittel darzubieten: um das Inſtrument in eine auf Reiſen ſonder Fährde führbare Vorrichtung umzuwandeln; eine Umwandelung, welche, wenn ſie vollkommen erreicht erſchiene, in der That allen reiſenden Phyſikern, zumal den Meteorologen, und allen Höhemeſſern (oben S. 49 u. ſ. f.) ſehr willkommen ſeyn müßte. Es kam dabei hauptſächlich darauf an: die durch Temperaturwechſel erzeugte Ausdehnung der eingeſchloſſenen Luft, von der Wirkung des obwaltenden Luftdrucks vollkommen zu ſondern, und beiderlei Wirkungen rein anzeigen zu machen. Dieſes konnte entweder durch vergleichende Thermometer-Beobachtung und Berechnung, oder durch augenblickliche Aufnahme eines Theiles derſelben äuſſern Luftmaſſe bei völlig gleichbleibender Beſchaffenheit und Temperatur geſchehen. Den erſteren Weg wählte Prechtl bei ſeinem, zunächſt für Höhemeſſungen beſtimmten Baroſkop (Jahrb. d. k. k. polytechn. Inſt. in Wien. Wien 1823. V. 284) den letzteren Prof. Auguſt bei dem von ihm erfundenen und ausführlich (in Poggendorff's Ann. III. 329 u. ff., ſo wie in ſeinem Ausz. von Fiſcher's mech. Naturl. 201 ff.) beſchriebenen, unmittelbar auf Mariotte's Geſetz geſtützten, die Expanſivkraft der unterſuchten Luft aus der genau beobachtenden Volum- und Druckänderung meſſenden, von Horner und Parrot d. j. (Gehler's Wörterb. N. Aufl. II. 526 ff. und Muncke a. a. O. 219) hinſichtlich des bequemeren und mehr ſicheren Gebrauchs verbeſſerten Differential-Barometer *). — Auch Romershauſen hat

*) Auguſt beſchreibt daſſelbe im erwähnten Auszuge von Fiſcher's mech. Naturl. mit folgenden Worten: „Aus einem luftdicht verſchloſſenen kleinen cylindriſchen Gefäße erheben ſich zwei Röhren, die Compreſſionsröhre und die Steigeröhre, zwiſchen beiden ein kleines Thermometer, das ſeine Kugel im Inneren des Gefäßes, unmittelbar unter dem oberen Deckel hat. Die Compreſſionsröhre reicht tiefer in das Gefäß hinein als die Steigröhre, und hat zwei über einander

es verſucht, beide Wege, den von Prechtl eingeſchlagenen und den von Auguſt betretenen, erfindend zu verfolgen,

---

ſtehende, durch ein kleines Stück der Röhre verbundene Kugelausblaſungen; ſo daß, wenn man ſie genau calibrirt, die obere Kugel $\frac{4}{5}$ und die untere Kugel $\frac{1}{5}$ des Ganzen faßt; der Theilungspunkt aber zwiſchen dem vierten und fünften Fünftheil, den wir Niveau-Punkt nennen wollen, genau zwiſchen beiden Kugeln auf der Röhre angemerkt werden kann. Die Steigeröhre iſt oben offen, nur durch übergebundene Leinwand am äuſſerſten Ende gegen das Eindringen des Staubes geſichert, ſie hat die gewöhnliche Weite einer Barometerröhre und erhebt ſich etwa 8 bis 9 Zoll über den Niveaupunkt der Compreſſionsröhre. An dieſer Steigeröhre iſt eine genaue Scale angebracht, an welcher Viertellinien für ganze gerechnet werden; ſo daß jedesmal genau durch die beigeſchriebenen Zahlen bemerkt werden kann, wie viel Viertellinien in der Steigeröhre beim Verſuch das Queckſilber ſich über den Niveaupunkt erhebt, welches der Nullpunkt dieſer Scale iſt. Das Gefäß, in welches ſowohl die Compreſſionsröhre als die Steigeröhre luftdicht eingelaſſen ſind, beſteht aus zwei durch einen durchbohrten hölzernen Boden getrennten Abtheilungen, die untere enthält Queckſilber, welches vermittelſt einer unten angebrachten Schraubenvorrichtung in die Höhe getrieben werden kann, beim Anfange des Verſuches aber unter dem Zwiſchenboden ſteht. Hängt man dieſes Inſtrument nun in der ſo beſchriebenen Stellung aller Theile genau ſenkrecht auf, ſo ſteht die Luft in der Compreſſionsröhre mit der äuſſeren Luft unter ganz gleichem Druck; denn die äuſſere Luft dringt durch die Steigeröhre in den oberen Theil des Gefäßes, und von da in die Compreſſionsröhre ungehindert. Schraubt man aber allmälig das Queckſilber in die Höhe, ſo tritt es zuerſt durch die Oeffnung des Zwiſchenbodens in die Höhe, ſperrt die tiefer eingefugte Compreſſionsröhre ab und comprimirt bei fortgeſetztem Schrauben die Luft in derſelben. Wenn in dieſer das Queckſilber die kleinere Kugel ganz angefüllt und den Niveaupunkt erreicht hat, ſo wird es in der Steigeröhre ſich ſchon bedeutend über dieſen Punkt erhoben und eine Höhe bekommen haben, welche dem vierten Theil des wirklichen Barometerdrucks der umgebenden Luft gleich kommt. Die Zahlen an der Steigröhre, da ſie Viertellinien für Ganze rechnen, geben alſo den Barometerdruck unmittelbar an. Da ſich nämlich das Volumen in der Compreſſionsröhre im Verhältniß 5:4 vermindert hat, ſo muß ſich der Druck im Verhältniß 4:5, (alſo um ein Viertel) vermehrt haben. Der anfängliche Druck war aber der Barometerdruck der äuſſeren Luft. Die Vermehrung deſſelben iſt die Säule in der Steigeröhre.

und ſeine beiden hieher gehörigen Inſtrumente, genannt: Romershauſen's Luftthermometer und R's Taſchenbarometer, dürften der Beachtung der Meteorologen nicht unwerth erſcheinen. Eine durch Steindruckfiguren erläuterte Beſchreibung derſelben enthält: K. VI. 302—316. Auch ſcheint es nicht beſonderen Schwierigkeiten zu unterliegen, das R'ſche Taſchenbarometer mit zwei Thermometern zu verbinden, von denen das eine, nach Art des Pſychrometers (oben S. 85—86) ſo lange Waſſergas entläßt, bis der Raum in ſeiner Nähe mit dieſem Gaſe geſättigt iſt. Indeß fragt es ſich: ob die zu große Nähe des feuchten Thermometers nicht nachtheilig auf das zweite trocken zu erhaltende Thermometer und auf das Barometer wirken würde, da das erſtere ſo lange Dampf (Waſſergas) entläßt, bis davon der Raum in der Nähe ſeiner Kugel geſättigt iſt (welche Entgaſung zu Luftſtrömungen führen muß, die, wenn auch ſehr geringfügig, doch kleine Temperaturminderungen des trocknen Thermometers und des Barometers erzeugen können) und da es um ſo mehr ſinkt (erkaltet),

---

Dieſe muß demnach genau den vierten Theil des anfänglichen Barometerdrucks betragen. Das kleine Thermometer zwiſchen der Steig- und Compreſſionsröhre, giebt unmittelbar die Queckſilbertemperatur an. Wegen des ſtörenden Einfluſſes der Wärme, müſſen ähnliche Vorkehrungen, wie bei den genauen Verſuchen mit der Mariotte'ſchen Röhre getroffen werden. Am zweckmäßigſten iſt es, die Kugeln der Compreſſionsröhre halb in Holz einzulaſſen, und den hervorragenden Theil einer jeden, noch mit einer Holzdecke zu umgeben, ſo daß bloß der Eintritt des Queckſilbers ins Niveau genau beobachtet werden kann. Dann hat, nach den Erfahrungen des Erfinders, die Wärme, welche der Beobachter ausſtrahlt, keinen merklichen Einfluß auf die comprimirte Luft. Ob aber eine Wärmeveränderung vorgegangen, zeigt ein zweites Thermometer an, welches mit den Kugeln der Compreſſionsröhre unter demſelben Deckel ſich befindet." Auguſt's Angabe zufolge (P. Annal. III. 201) wird dieſes Inſtrument (ohne Zweifel mit Rückſicht auf Parrot's Verbeſſerungen) empfehlungswerth verfertigt von dem Mechaniker Greiner jun. und Aehner in Berlin.

je mehr Waſſergas entweichen muß, damit das: der ſtatt habenden Temperatur entſprechende Spannungsmaximum und damit der durch Auguſt mit „Naßkälte“ bezeichnete, feſte Punkt (oben S. 80) erreicht werde; d. i. um ſo mehr, je weiter die Spannkraft des urſprünglich gegebenen Waſſergaſes von ihrem Maximum entfernt war. Während dieſer Zeit ſtralt aber das feuchte, im Erkalten begriffene Thermometer Wärme aus: von geringerer Intenſität, d. i. Kälte, und beſtralt damit das trockne Thermometer, ſammt dem Barometer, und läßt mithin beide weniger warm werden, als ſie es in Folge der ſtatt habenden Lufttemperatur ſeyn ſollten. Es würde daher in ſolchem Falle nicht nur der beobachtete Unterſchied zwiſchen dem Stande des feuchten und des trocknen Thermometers vom wahren Unterſchiede beider Inſtrumente, ſondern auch der am Barometer wahrgenommene Luftdruck von dem wahren des nicht durch die Nähe eines erkaltenden Körpers ſeiner Merkurſäule, nach verkürzten Barometers mehr oder weniger abweichen, und die fragliche Größe der Spannkraft (e) würde nach Auguſt's Formel (wo e′ die dem Stande des Feuchtthermometers entſprechende größte Spannkraft des Waſſergaſes, b den Barometerſtand in pariſer Linien und d die Differenz im Stande beider Thermometer ausdrückt) $e = e' - 0{,}0007332\, b\, d$ berechnet, unrichtig beſtimmt erſcheinen *).

§. 185.

Hat das atmosphäriſche Waſſergas (in Folge der Waſſerverdampfung) das temperaturgemäße Maximum ſeiner

*) Vergl. oben S. 84 u. ſ. f. In ſeiner: Ueber die Anwendung des Pſychrometers zur Hygrometrie theilt Auguſt in einem Anhange, unter der Ueberſchrift B Formeln, auſſer der oben S. 85 abgedruckten und denen von Meikle und v. Bohnenberger, noch folgende ſehr einfache Abkürzungsformel mit, die er in den meiſten Fällen ausreichend fand:

$$e = e' - \tfrac{1}{2}(t - t') + (336 - b)\frac{t - t'}{1000}.$$

Dichte erreicht, ſo wird es theilweiſe in Nebelbläschen und Tropfen übergehen, in dem Verhältniß, wie die Temperatur ſich mindert, bei welcher es beſtand, und nennt man eine Luft, in welcher das Waſſergas ſeine temperaturgemäße Dichte erreicht hatte, eine mit Waſſergas (oder mit Waſſerdunſt) geſättigte, ſo wird der Naßkältepunkt des darin beobachteten Pſychrometers ſeine größtmöglichſte Höhe behaupten, und wäre ſolche, zugleich höchſtem Barometerſtande unterworfene Luft nicht nur abſolut geſättigt, ſondern auch vollkommen ruhig, und bliebe ſie beides auch, während der Dauer der Beobachtung, ſo würde alle Waſſerverdampfung in ihr aufhören, und das genäßte Thermometer keinen tieferen Stand annehmen, als jener iſt, welchen das trockne Thermometer gleichzeitig darbietet. Sofern aber die Luft in ſteter Bewegung begriffen iſt, und jedes ihrer Einzelgaſe im fortdauernden Getriebenwerden zum Herſtellen verlorenen Gleichgewichts befangen erſcheint (oben S. 9), in ſofern kann es in der freien (unabgeſchloſſenen) Luft auch nie zum beharrlichen „Geſättigtſeyn mit Waſſerdampf," und damit nie zur andauernden Behauptung jenes höchſten Naßkälte- (oder Verdampfungskälte-) Punktes kommen, wohl aber wird ſie in Folge jener Treibungen zum Gleichgewicht-Herſtellen ſtets, oder nahe-ſtets, mehr oder weniger Herabgehen vom Punkte großer Waſſergasfülle (Waſſergasdichte) zu Punkten geringeren Waſſergasgehalts, und hiemit zur Lufttrockne oder Waſſergasleere der Luft, die ſie jedoch, weil Waſſerverdunſtung in ihr nie aufhört, eben ſo wenig zu erreichen vermag, als jenen der Sättigung. Es giebt daher für jedes befeuchtete, der freien Luft ausgeſetzte Thermometer zwei von demſelben weder erreichbare, noch behauptungsfähige und darum ideale Punkte des Nichterkaltens durch Verdampfung, jenen der abſoluten Luftfeuchte und den der abſoluten Lufttrockniß; zwiſchen beiden Punkten liegt die Skale des Erkaltens durch Verdampfen, und hiemit jene der wechſelnden, ab- und zuneh-

menden Luftfeuchte, welche die Feuchtmeſſer oder Hygrometer (kraft der Anziehungsſtärke ihrer hygroskopiſchen, d. i. feuchtziehenden Subſtanz) an ihren Skalen nachzuweiſen beſtimmt ſind.

§. 186.

Das Wirken der feuchtziehenden Materien (Stoffe, Gemiſche und Bildungstheile) beſteht nämlich vorderſamſt im Ueberwältigen der Dehnkraft des ſie berührenden Waſſergaſes, und iſt daher demnächſt abhängig von ihrer eigenen Wärmeleitungsgüte (und daraus entſpringendem Vermögen Berührtes zu entwärmen) und von der dem Waſſetgaſe unter den gegebenen Umſtänden zukommenden Dehn- oder Expanſivkraft. Auſſerdem erliegt aber die urſprüngliche Stärke der Anziehung zum Waſſer noch einer dritten Abänderung, nämlich dem verſchiedenen Wärmeentſtralungsvermögen, das z. B. bei gleichartigen Materien ſehr verſchieden ausfällt, je mehr ſie hinſichtlich ihrer Oberflächenglätte von einander abweichen (m. Experimentalphyſik II. 597 ff., 603) und im Allgemeinen mit der Glätte im umgekehrten Verhältniß ſteht; jede Wärmeentſtralung kühlt aber ab, und jede Abkühlung mäßigt die Wärme des von der abgekühlten Subſtanz berührten Waſſergaſes, und damit auch deſſen Ausdehnſamkeit.

§. 187.

Den Wells'ſchen Verſuchen zufolge tritt Bethauung feſter Körper dort am ſchnellſten und in der relativ größten Stärke ein, wo die Wärmeentſtralung am meiſten beſchleunigt und die Wärmezuleitung (durch den Boden, durch Winde ꝛc.) im höchſten Grade geſchwächt iſt; ſo daß alſo die Selbſterkaltung mit der Bethauung im geraden, die Selbſtſicherung des Warmſeyns, oder das Warmbleiben hingegen mit derſelben im umgekehrten Verhältniſſe ſtehen. Die Metalle, zumal die

geglätteten, gehören Leslie's Verſuchen zufolge (m. Experimentalphyſik II. 588) zu jenen Materien, welche die Wärme am ſchlechteſten entſtralen (alſo von derjenigen Wärmegröße, welche ſie beſitzen durch Entſtralung, verglichen mit anderen Materien, in gleichen Zeiten am wenigſten verlieren) und unter ihnen ſelbſt ſind Gold, Silber, Kupfer und Zinn diejenigen, welche die ſchwächſte Wärmeentſtralung beſitzen; aber Wells Verſuche zeigen auch: daß die Metalle, und unter dieſen die genannten am ſpäteſten und ſchwächſten bethauen (während Platin, Eiſen, Stahl und Zink leichte Thauanflüge zeigten *); ſtarre organiſche Subſtanzen, Glas ꝛc. ſind hingegen eben ſo gute Wärmeentſtraler, als ſchlechte Wärme-, Zu- und Innenleiter, und während erſtere daher, z. B. wenn ſie auf dem Erdboden nächtlicher Weile hindurch liegen, ſich am Morgen nach der hellen (Wärmeentſtralung begünſtigenden) Nacht kaum von wenigen und kleinſten Thaubläschen behaucht zeigen — häufig nur von ſo wenigen, daß viele Phyſiker ſich bewogen gefunden haben anzunehmen: die Metalle bethauen gar nicht — indem ſie durch Entſtralung wenig Wärme einbüßten, und dieſen Verluſt ſofort aus der Bodenwärme mittelſt ihrer guten Zuleitung deckten, ſo zeigen ſich unter gleichen Umſtänden, Gras, Holzwerk, Glas und erdige Steine nicht ſelten von vielen und zum Theil recht großen Thautröpflein bedeckt; denn alle dieſe letztgenannten Materien gehören zu jenen, welche viel Wärme

---

*) Vergl. Schweigger's Journ. XXII. 187 ff. und m. Experimentalphyſ. II. 614 ff. Die genannten Metalle bilden untereinander geſtellt eine Reihe, die einigermaaßen jener der Wärmeableitung entſpricht, wie ſie Böckmann beobachtete (a. a. O. II. 596), hingegen harmonirt dieſe Reihe weder jener der elektriſchen Spannung (a. a. O. I. 484) noch der der Wärme-, Zu- und Innenleitung. — Ueber Muncke's Einwürfe gegen Wells, und meine Erwiederung, ſ. dieſ. Lehrb. I. 598.

durch Entſtralung verlieren, während ſie wenig durch Zuleitung bekommen, ſie erkalten alſo in einer waſſergasreichen Umgebung mehr (bei niederer Lufttemperatur oftmals bis unter den Gefrierpunkt, wo dann, was ſonſt Thau geworden wäre, nun Reif bildet*)), als ſie vom Boden aus erwärmt werden, und ſind ſo vorzüglich geſchickt: dem ſie berührenden Waſſergaſe jenen Wärme zu entziehen, die, indem ſie deſſen Gasſeyn bedingt, die phyſiſche und damit auch die chemiſche Anziehung des Waſſers zu den ſtarren Materien verhindert; denn nicht das Waſſergas, ſondern das bis zur Tropfbarkeit entgaſete Waſſer wird angezogen von hygroskopiſchen Subſtanzen. Hienach ſind gute Wärmeentſtralung und ſchlechte Wärmezuleitung als jene Hauptbedingungen zu betrachten, welche erfüllt ſeyn müſſen, wenn es überhaupt zur Feuchtziehung kommen ſoll; indeß giebt es Materien, die in jener Hinſicht: durch Stärke ihrer Anziehung zum Waſſer zu erſetzen vermögen, was ihnen an Wärmeentſtralungsgüte und Wärmezuleitungsverminderung abgeht, und die, in Folge ſo mächtiger Ziehgewalt, das Waſſergas zerſetzen, indem ſie ſeine Wärme frei machen. So erhitzt ſich z. B. metalliſch glänzendes (als ſolches freilich wenig Wärme entſtralendes) Chloreiſen ſtark, während es in feuchter Luft zerfließt**), und gebrannter Kalk löſcht ſich in ſehr feuchter Luft unter nicht weniger merkbarer Erwärmung, und ähnlich dieſen Gemiſchen wirken alle jene Subſtanzen, welche man ausſchließſentlich hygroskopiſche genannt hat. Bei mehreren der-

---

*) Was in Bengalen zur künſtlichen Eisbildung führt; m. Experimentalphyſ. II. S. 616.

**) Will man dieſe Hitze zum Theil von der Waſſerzerſetzung ableiten (vergl. m. Polytechnochemie I. 505. II. 173 ff.), ſo muß auch nachweiſen: daß das Waſſer reicher iſt an gebundener Wärme, wie ſeine Beſtandtheile im getrennten, gaſigen Zuſtande; ſ. m. Experimentalphyſ. a. a. O. 625.

ſelben iſt die Waſſerziehung ſo groß, daß ſie Eis zwingen tropfbar zu werden, um ſich mit alſo entſtandenem liquiden Waſſer zu verbinden; da die zu ſolchen Eisſchmelzungen erforderliche Wärme auf Koſten der vorhandenen freien Wärme zu Stande kommt*), ſo müſſen dadurch dergleichen Gemiſche beträchtlich entwärmt werden, wie ſolches der Fall iſt bei den meiſten kalt machenden Miſchungen (m. Experimentalphyſ. II. 568 ff.)

§. 188.

Die Anziehung, welche von Seiten der Hygroskope thätig iſt, beſteht entweder hauptſächlich in Haftziehung (Adhäſionsäuſſerung) oder vorzüglich in Miſchziehung (chemiſche Verwandtſchaft), oder nur in der erſteren; letzteres iſt überall der Fall, wo es zwar zum Angezogenſeyn des Waſſers, aber nicht zu deſſen Vermiſchung mit dem Feuchtzieher kommt, erſteres, wo dieſes zwar einzutreten beginnt, aber die chemiſche Bindung (Erfolg der Miſchziehung) nicht viel größer iſt, als bei der reinen Haftziehung; d. h. wo es zu der Löſung: ähnlichen Gemiſchen kommt, die ſchon zerſetzt werden durch gelinde Temperaturerhöhung, oder auch (wenn dieſe wegen Flüchtigkeit des Feuchtziehens unanwendbar wird) durch Luftverdünnung unter geſperrten Hohlbehältern (z. B. unter Glasglocken,

*) Kalium, oder Sodium mit Merkur, Platin mit Zink ꝛc. vermiſcht erhitzen ſich ſehr beträchtlich; 2 Atome Wismuth (= 142 Gewichtsth.) mit 1 Atom Zinn (59 Th.) und 1 At. Bley (103,5 Th.) verbunden, giebt ein ſchon bei 79° R. ſchmelzendes Gemiſch; feſtes Wismuthamalgam und feſtes Bleiamalgam mit einander vermiſcht, werden auf Koſten ihrer freien Wärme und unter ſehr merklicher Erkaltung flüſſig; noch größere Kälte entſteht, wenn eine Legirung von 118 Th. geraſpeltes Zinn, 207 geraſpeltes Bley und 284 gepulvertes Wismuth mit 1616 Th. Merkur vermiſcht werden; in Döbereiner's hieher gehörigen Verſuchen (K. III. 89 ff.) ſank die Temperatur des Gemiſches augenblicklich von 14° R. + 0° bis 8° R. — 0°.

die als Recipienten der Verdünnungs-Luftpumpe, oder meines für dieſen Zweck und für ähnliche Verrichtungen gleich dienlichen Aerotanyt über dem Gemiſche ſtehen, während neben demſelben und mit eingeſchloſſen Waſſergas einſaugende concentrirte Schwefelſäure, oder beſſer friſch gebrannter Kalk geſtellt iſt). Die Metalle als ſolche *) beſitzen zum Waſſer weder Haft- noch Miſchziehung, wohl aber ſcheinen ſie zur elektriſchen (galvaniſchen) Waſſerziehung zu gelangen, wenn ſie mit + E geladen dem Waſſergaſe ausgeſetzt werden (hingegen nicht, wenn ſie eine ſich andauernd erneuende, galvaniſche — E Ladung darbieten.

§. 189.

Wiewohl nun dieſer Mangel an ſelbſt eigener Waſſerziehung, mehrere der im §. 187 gedachten Wells'ſchen Beobachtungen über Geringfeuchtung aufhellt (vorausgeſetzt, daß man dabei das erwähnte Wärmeverhalten der Metalle berückſichtigt), ſo bleiben dennoch einige zurück, die einen tieferen, bisher noch ungekannten Grund der Wirkungshemmung verbergend, in dieſer Hinſicht an mehrere andere Metallverhalten erinnern, welche ebenfalls bis jetzt nichts weniger als aufgeklärt der weiteren Experimentalunterſuchung harren: um die Einſicht in den Zuſammenhang von Urſache und Wirkung, und damit das Verſtändniß über deren Natur möglich zu machen. Denn daß z. B. Wolle weniger Feuchtigkeit anzieht auf Metall, als auf Glas gelagert; bei heiterem Himmel (bei trübem Himmel iſt Wells zufolge die Bethauung nicht möglich, weil derſelbe Wärmeſtralen zurückwirft, und mithin ſtatt Erkaltung Wieder-Erwär-

*) D. h. im ſog. reguliniſchen Zuſtande, wo ſie mit keinem anderen Stoffe vermiſcht und daher weder (z. B. durch Schwefel ꝛc.) vererzt, noch durch (Sauerſtoff ꝛc.) vererdet oder verſteinet erſcheinen; gleichgültig, ob ſie dabei eigenortlich oder legirt (mit anderen reguliniſchen Metallen verbunden beſtehen.

mung herbeiführt; und nur wenn kalte nebelige Winde in trüben Nächten in mäßiger Höhe von der Erde ſo wehen, daß ſie an ihr vorbeiſtreichen, ohne ſchief gegen dieſelbe gerichtet zu ſeyn, kann die entſtralte Wärme dem größeren Theile nach entführt und damit für die unteren Gegenſtände der Erdoberfläche Bethauung möglich werden) ſolches allein der Zuleitung der Bodenwärme und der Wärmebeſtralung durch das Metall zuſchreiben zu wollen, iſt darum ſchwierig: weil die Wolle, die ihr von unten her (ſey es durch Leitung, oder durch Stralung) von Seiten des Metalles zukommende Wärme nothwendig dem allergrößten Theile nach dem Metalle wieder zuſtralen muß, ohne ſie an und in ſich verbreiten zu können, mithin auch: ohne dadurch irgend beträchtlich (man darf vielleicht ſagen: irgend merklich) angewärmt und im Erkalten gehindert zu werden *).

---

*) Es ſcheint hier vielmehr, daß das Metall dabei als Wärmecondenſator mit im Spiele iſt, hierin ähnlich allen jenen Fällen, wo Wärme condenſirt (oder vielmehr wahrſcheinlicher: durch Einwirken anderer Potenzen in ihrer Intenſität erhöhet wird) ohne daß die Körper, die ſolche Condenſation zu Wege bringen, dabei eine nur entfernt zureichende Aenderung ihrer Wärmecapacität erfahren; wie z. B. bei der Erzeugung der Wärme durch Reiben, durch ſog. galvaniſche Strömung — und wenn man will — auch durch Licht; vergl. hiemit m. Bemerk. über Reibungswärme ꝛc. in m. Experimentalphyſ. II. 564. Betrachtet man alle freie Wärme nur als Oscillationsphänomen ein und derſelben Subſtanz, deren Oscillationsbeſchleunigung die Steigerung der Wärmeintenſität gewährt, ſo wird man den Metallen, dem Vorbemerkten gemäß, ein beſonderes Vermögen zuſchreiben müſſen, um ſolche Steigerung zu erklären, und dieſes beſondere Vermögen hätte dann zweifelsohne auch ſeine bis dahin ihrer Natur nach noch nicht gekannte, in den Metallen gegebene Urſache; eine Urſache, welche vielleicht dort mitwirkend iſt, wo das Metall galvaniſch gezwungen wird, ſeine ganze chemiſche Wirkungsweiſe zu verläugnen, wie z. B. in den Verſuchen mit metallenen Dräthen, die, nachdem ſie zu Polenden galvaniſcher Ketten oder Batterien gehört hatten, auch von dieſen entfernt dennoch fortfahren: zu wirken, als wären ſie noch mit der einfachen oder zuſammengeſetzten Kette

§. 190.

Wiewohl nun bei den ausſchließentlich ſogenannten Hygroſkopen, vorzüglich die eine oder die andere der zuvor bezeichneten Anziehungsarten und Anziehungsvereinigungen (§. 188) thätig iſt, ſo kann doch nicht in Abrede geſtellt werden, daß kein Hygroſkop nachgewieſen und mithin auch

---

in Leitungsverbindung; wie ſolches vor der Entdeckung des Galvanismus von Keir (Winterl's Darſtellung der vier Beſtandtheile der anorganiſchen Natur. Jena 1804. 8. S. 309 Anm.) und ſpäterhin von Gautherot, Ritter (a. a. O. 489 Anm.) und in neueren Zeiten von Wetzlar, H. Pfaff u. A. zur Genüge erwieſen iſt. Ritter wurde dadurch zur Erfindung ſeiner Ladungsſäule geleitet; meine Experimentalphyſik II. 143. Dieſe Phänomene davon ableiten zu wollen: daß die Metalle an ſich weit ſchlechter leiten, als man gewöhnlich annimmt (oder: daß, ohngeachtet der großen Leitungsgüte der Leiter erſter Klaſſe — zu denen auch die Metalle gehören — dennoch ein beträchtliches Verweilen und Anhaften der ſog. elektriſchen Flüſſigkeiten an und in ihrer Subſtanz ſtatt finde; gleichwie das E am Harzkuchen des Elektrophors lange haftet, oder überhaupt mit einem oder dem anderen E überzogene ſog. Iſolatoren, wenn man ſie ſtellenweiſe durch einen Leiter berührt, dieſelben nur an den berührten Stellen ihres E beraubt werden, an den übrigen hingegen geladen bleiben), und daß dergleichen Metalle daher eine Zeit lang mit E geladen bleiben könnten, iſt ſchon darum nicht zuläſſig: weil die Dräthe (oder deren Vertreter) nicht Raum haben für den denkbar kleinſten Theil jener E Mengen, die erfordert werden, um elektro-chemiſche (galvaniſche) Zerſetzungen hervorzubringen, und zwar auch dann nicht, wenn man nicht blos ihre Ober-, ſondern auch ihre Innenflächen, ja ſelbſt dann nicht, wenn man ihren ganzen Innenraum als Behälter und Aufbewahrer der E betrachtet wiſſen wollte. Aber ſelbſt auch dieſen unmöglichen Fall, als möglich gedacht — ſo iſt dennoch jene Anſicht der andauernden elektriſchen Ladung ſolcher Dräthe ſchon darum unannehmbar, weil man einen und denſelben Drath zwingen kann, mit ſeinen Enden zu wirken: als wären dieſelben mit entgegengeſetztem E geladen; wo aber beide E in einen Leiter zuſammentreffen, wenn er auch ſchlecht leitet, bilden ſie dennoch 0 E. Der Fall mit dem 3ten Conductor der Elektriſirmaſchine (der auch beide E darbietet) m. Experimentalphyſik I. Cap. 5, gehört nicht hier her.

kein Hygrometer gefertigt zu werden vermag, in welchem die Mithülfe zur Waſſeranziehung: geleiſtet durch Wärme-entſtralung und Abhaltung des von Auſſen her wirkenden Wärmeleitungsandranges zur verſchwindenden Größe würde. Erwägt man nun aber, 1) daß die Wirkſamkeiten dieſer Mithülfen ſich ändern, ſowohl mit der Temperatur, als auch durch kaum gänzlich verhütbare Zufälligkeiten (z. B. durch Staub, der rauhe Oberflächen erzeugt, wo ſonſt glatte waren; durch Oxydation der feuchten Luft, welche organiſche Materien nach und nach zerſtört, während ſie zunächſt die Glätte der Oberfläche mindert ꝛc.), daß die urſprüngliche Stärke dieſer Mithülfen am hygroskopiſchen Stoffe weder an ſich gemeſſen, noch in Abſicht auf Zu- oder Abnahme (eintretend: während des Gebrauchs) irgend genau beſtimmt werden kann; 3) daß gleiche Unbeſtimmtheit obwaltet hinſichtlich jener Stärke, mit welcher das Waſſer angezogen wird, und wie ſich dieſelbe im Laufe der Zeit ändert, und 4) daß es nicht zwei aus organiſchen Gebilden beſtehende Hygroskope geben kann: von denen ſich beweiſen ließe, daß ſie einander unbedingt gleich wirken (mithin daß auch nicht zwei aus ſolchen Gebilden bereitete Hygrometer möglich ſind, welche abſolut harmoniren), ſo leuchtet zur Genüge ein die Unvollkommenheit der Hygrometer und deren Unzulänglichkeit zu meteorologiſchen Beobachtungen; vergl. oben S. 78, Bem. 6 u. ff. Die Beſtimmungen, welche auch die beſten unter ihnen gewähren, haben daher immer nur ſehr bedingten Werth, und können nicht Anſpruch machen auf jene Genauigkeit und Vergleichbarkeit, welche die thermometriſchen Feuchtmeſſer, und unter dieſen hauptſächlich das Pſychrometer geſtatten. Es können daher die Hygrometer nur benutzbar ſeyn in dem Grade, wie es gute Reagentien ſind in ihrer Anwendung bei chemiſchen Analyſen, zu deren Vorläufern ſie dienen. Sie verrathen den vorhandenen Grad der Luftfeuchte, oder Lufttrockniß als beiläufig richtig, zeigen in gleichem Maaße

von Untrüglichkeit die Veränderungen derſelben und belehren in gleichem Richtigkeitsverhältniſſe über deren Wechſel, ſind aber darum, zumal wenn pſychrometriſche Beſtimmungen abgehen, ſehr ſchätzbar.

§. 191.

Nach ihren Wirkungsbeſtimmungen (oben S. 139) zerfallen die Luftfeuchtmeſſer oder Hygrometer in 1) adhäſiv-ziehende (haftziehende), wohin alle organiſchen Hygroskope gehören (zumal die durch Kalilauge entölten blonden Menſchenhaare; die Seide, das der Quere nach geſpaltene Fiſchbein, die Federkielſubſtanz, Goldſchlägerhaut, Froſchhaut, Rattenblaſe ꝛc.; desgleichen Spitzen der Geranien, Grannen des wilden Hafers, Hanffaſern, Papierſtreifen ꝛc.), ſo wie auch das Glas hieher gezählt werden kann; 2) adhäſiv-chemiſch wirkende; hauptſächlich alle zerfließliche Salze und feuchtenden flüſſigen und feſten Säuren (Schwefelſäure, Phosphorſäure; Arſenſäure); 3) chemiſch-adhäſiv thätige, in denen das angezogene Waſſer noch als Flüſſigkeit fortbeſteht: alle zerfließlichen Chlorate (insbeſondere metalliſch-glänzendes Chloreiſen; geſchmolzenes Chlorcalcium, oder ſog. ſalzſaurer Kalk); 4) chemiſch ziehende, in denen das Waſſer ſogleich in feſte Subſtanz verkörpert wird: friſch ausgeglüheter Aetzkalk (Aetzbaryt, Aetzſtrontian) und jene Salze, welche durch angezogene Waſſer in ſtarre Hydrate (d. h. in waſſerſaure Salze) übergehen.

§. 192.

Einige von denen unter eine oder die andere dieſer Abtheilungen gebrachten Hygroskope entwickeln bei ihrem Wirken auch Wärme genug, um den Grad deſſelben dadurch kenntlich zu machen, und mithin um die innerhalb gewiſſer Zeit eingeſogene Waſſermenge anzuzeigen; wenn z. B. concentrirte Schwefelſäure (rectificirtes, nicht rauchendes, farb-

farbloſes Vitriolöl) an dem in daſſelbe tauchenden Glasſkalen- oder Badethermoter in gegebener Zeit 10° C. Wärmeſteigerung nachweiſet, während eine gleiche Menge Säure derſelben Art, in einem gleichen Gefäße und mit gleich großer Oberfläche die auflaſtende Luft berührend, an demſelben Thermometer in einer andern aber gleich großen Zeit nur 1° C. Wärmezunahme angiebt, ſo verhalten ſich die in der erſten Zeit angezogenen Waſſermengen zu jenen in der letzten eingeſogenen, nahe: wie die Temperaturgrade beider Zeiten.

§. 193.

Auch auf chemiſchen und chemiſch-galvaniſchem Wege läßt ſich die relativ größere oder geringere Luftfeuchte nachweiſen; denn ſenkt man eine Zinkſtange (oder einen Zinkblechſtreifen) in concentrirte Schwefelſäure, ſo bleibt ſolcher zunächſt (und in abgeſperrter, vollkommen trockner Luft lange Zeit hindurch) ganz unangegriffen, ſobald aber auch nur die kleinſte Menge Luftfeuchte von der Säure eingeſogen worden: erfolgt ſogleich Gasbläschenentwickelung, die nun fortan zunimmt, wie die Wäſſerung der Säure wächſt. Weit auffallender werden dieſe und ähnliche Erſcheinungen, wenn man gleich von vorn herein die Wirkung galvaniſch bedingt und nicht erſt abwartet (wie es im obigen Verſuche der Fall iſt) bis ſich eine galvaniſche Kette durch bereits eingeſogenes Waſſer bildet (aus +E erlangendem Zink, —E erhaltender Schwefelſäure und Waſſer), wie ich zu dem Ende im Repertorium für die Pharmacie anzeigte; XIII. 73 ff. Man ſenkt nämlich einen ſchmalen Zinkſtreifen und einen Platindrath in etwas concentrirter Schwefelſäure, ſo, daß ſie darin oben um $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Linie abſtehend, nur unten einander berühren. Je feuchter die Luft iſt, um ſo ſchneller kommt es (in der Säure) am Platindrath zur Gaſſation, und der Schwefelgehalt, der anfänglich durch Gänzlichzerſetzung eines Theiles der Säure an den ſich berührenden Metallenden ausgeſchieden und am Platin (Ueberzug-förmig) zur Ablagerung gebracht worden,

wird bald verdeckt durch die beträchtliche Menge höher hinauf befindlicher Waſſerſtoffgasblaſen. — Zur Beſtimmung des abſoluten Waſſergasgehaltes (dem Volum nach) in einem gegebenen, zur beſtimmten Zeit aufgefangenen, abgeſperrten und mit Rückſicht auf Barometer- und Thermometerſtand gemeſſenen und corrigirten Luftvolum würde indeß dieſe galvaniſch-chemiſche Vorrichtung ſo wenig ſich eignen, als obige chemiſch-galvaniſche (nur aus Zink und Schwefelſäure beſtehende), weil das verſchluckte Waſſergas alsbald zerſetzt Waſſerſtoffgas entläßt, das nothwendig den Raumsumfang der eingeſperrten (trocken werdenden) atmoſphäriſchen Luft wieder vermehrt. Säuren-anziehende Metalloxyde und Metalloxydchlorate würde man auch nicht zu ſolchem Verſuche wählen und deren hiebei ſtatt habende Gewichtsvermehrung als Waſſerzuſatz in Rechnung nehmen dürfen, weil erſtere auch das Kohlenſäuregas (vergl. oben S. 65 Anm.) der Luft, und letztere die fremdartigen, mehr oder weniger zufällig beigemengten Gaſe (Ausdünſtungsdämpfe lebender, faulender und verweſender Organismen) verſchlucken, wie ſolches namentlich im hohen Grade der Fall iſt: mit dem in neueren Zeiten als Luftreinigungsmittel häufig in Gebrauch genommenen Chlorkalk; d. i. einer Verbindung von gebrannten und mit Waſſer zum trocknen pulvrigen Hydrat gelöſchten Kalk mit Chlor (d. i. mit einem ſog. Elementarſtoff, der ſonſt auch als eine Verbindung von Salzſäure mit Oxygen betrachtet und darum oxygenirte, oder oxydirte Salzſäure und früherhin dephlogiſtiſirte Salzſäure genannt wurde, weil Scheele, der ihn wieder entdeckte, nachdem ihn über hundert Jahr zuvor Glauber ſchon einmal von anderen Stoffen chemiſch frei dargeſtellt und in ſeiner Beſonderheit erkannt und kurz beſchrieben hatte, ihn dafür nahm)*).

---

*) Der Chlorkalk reinigt die Luft von Anſteckungsgebilden oder ſog. Anſteckungsſtoffen (Contagien und verwandten

Auch könnte in dem galvaniſchen Hygrometer das Zink vertreten werden durch Bley, und das Platin durch Gold, um weniger chemiſchen Angriff und damit größere Dauerbarkeit des elektro-poſitiven (des mehr brennbaren) Metalles zu erlangen; allein da die Wirkſamkeit von der-

Erzeugniſſen) auf mehrfache Weiſe: einmal, indem er Gaſe, zumal Gemenge aus Waſſergas und in demſelben verbreitete Materien ſchnell verſchluckt, hierin dem friſch gebrannten Kalke ähnelnd; zweitens in ſofern er ſeinem Kalkgehalte nach auch gaſige Säuren (z. B. auch Kohlenſäure) einſaugt; drittens in ſo weit er demſelben Gehalte nach, als hydratiſches Metalloxyd auf ſchon durch ihn, um und in ihn verdichtete contagiöſe Materien elektro-negativ erregend wirkt und ſolchem Wirken nach deren Elektropoſitivität dergeſtalt erhöht: daß ſie nun um ſo ſchneller mit dem atmosphäriſchen Sauerſtoffe ſich verbinden und durch dieſe Verbindung zu Kohlenſäure und Waſſer (unter Stickgas- oder Ammonentweichung) verwandelt, gänzlich zerſtört und unſchädlich werden (wie denn ſchon gewöhnlicher, friſch gelöſchter gebrannter Kalk in dieſer Hinſicht etwas Aehnliches leiſtet); viertens weil das Chlor deſſelben ſich theils unmittelbar mit jenen ſchädlichen Subſtanzen verbindet, nachdem es elektrochemiſch auf dieſelben erregend gewirkt hatte, theils indem es ſie gänzlich zerſtört. Bei dieſer gänzlichen Zerſtörung kommt übrigens wahrſcheinlich etwas Aehnliches vor, als beim Zernichten der organiſchen oder der chemiſchen Verbundenheit ſog. Grundſtoffe mittelſt Röſtung und Glühung; nämlich Abſtoßung der letzteren in Folge gleichnamiger elektriſcher Ladung. So ſehen wir Weingeiſt zu Waſſer und Kohlenſäure verbrennen, offenbar, nachdem die Anziehung zwiſchen ſeinem Carbon und Hydrogen zuvor mittelſt gleichnamiger Elektriſirung (und zwar +E werthiger) aufgehoben und aus dieſen beiden Beſtandtheilen in dieſer Hinſicht ergangen iſt, wie es dem Sauerſtoffe ſelbſt ergeht, ſammt dem edlen Erzmetall, wenn er ſich von letzterem in Folge vorangegangener Durchglühung und dieſer erwachſener gleichnamiger Elektriſirung (wobei das Gefäß eine nicht zu überſehende Erregungsrolle übernimmt) trennt. Weniger hohe Temperatur läßt aber die Weingeiſtbeſtandtheile unzerſetzt, weil ſie zur gleichwerthigen Elektriſirung derſelben nicht die Mittel bietet (nämlich keine lichtreiche Wärme) und der unzerſetzte, mehr oder weniger Waſſer-haltige, nur bis 20° R. erwärmte Alkohol oxydirt ſich ſofort zu Eſſigſäure, und bedarf dazu nichts weiter (kein Platinſuboxydul oder dergleichen) als hinreichende Verflächung und andauernd ſich erneuerndes Luftberühren.

gleichen Elektricitätserregungs- und Waſſerzerſetzungsverbindungen dennoch immer ſehr vergänglich, oder wenn ſolches nicht der Fall, doch höchſt geringfügig und kaum bemerkbar iſt, ſo können ſie nur für beſondere Fälle geeignet erſcheinen: die gewöhnlichen Hygrometer zu erſetzen.

§. 194.

Wenn nun aber auch weder die Wärmungs- noch die galvaniſchen Hygrometer zu fortlaufenden, ununterbrochen wiederholenden Luftfeuchtebeſtimmungen ſich nichts weniger als eignen (ſchon darum nicht, weil ſie viel zu theuer würden, wenn auch nicht in Beziehung auf Koſten, doch in Rückſicht auf Zeitverbrauch), ſo bieten dagegen mehrere der chemiſch-wirkenden zu Beſtimmungen des abſoluten Waſſergasgehalts der Luft das einzige zuläſſige Mittel dar; ſo namentlich die zerfließlichen Chlorate, die Schwefelſäure und übrigen feuchtenden Säuren (dieſe jedoch weniger als die erſteren, weil mehrere Chlorate kein Ammon der Luft einſaugen, wohl aber alle Säuren, welche dadurch an Gewicht zunehmen). Auf ähnlichem Wege (z. B. durch Wiederwägung zuvor trocken gewogenen Chlorcalciums, nach Ablauf beſtimmter Zeiten) hat man gefunden, daß der Waſſergasgehalt der Luft im Mittel 0,014 des geſammten Luftvolum beträgt; die Gewichtsmenge deſſelben findet Auguſt in einem preußiſchen Cubikfuß ſehr nahe $x = \frac{1230 \cdot e}{1000 + 4t}$; Poggendorff's Ann. V. 343. Vergl. auch oben §. 184 S. 134.

§. 195.

Dem in §. 186—188 Entwickelten gemäß wird für jede Hygrometerbeobachtung eine gleichzeitige und genaue Beſtimmung der Himmelsſchau (Facies Coeli), d. i. des Grades und der Art der Trübung, oder der Klarheit des Himmels nöthig; denn, wie jeder Wärmeſtraler, ſo wird

auch das Hygrometer um ſo eher und um ſo ſtärker zur Bethauung, oder wenigſtens zur Verdichtung des ihn umgebenden Waſſergaſes, und damit zur beſchleunigten und vermehrten Feuchtung gelangen, je klarer der Himmel, zumal der nächtliche iſt. Die Trübe des Himmels iſt aber von der Lage des Ortes in Beziehung auf geographiſche Breite und Länge, auf Höhe über Meeresfläche, Meer-, Seen-, Fluß-, Wieſen-, Wald ꝛc. Nähe, ſo wie von den Beſchäftigungen der Menſchen abhängig (London's Himmel iſt z. B. faſt das ganze Jahr hindurch trüb, wegen der — z. E. von Richmond's und anderen Höhen aus leicht überſchaubaren — Steinkohlenrauchnebel, die in Form eines bläulichgrauen, erhaben gekrümmten Schleiergewölbes, dieſe Weltſtadt überhüllen) für vulkaniſche Gegenden auſſerdem noch von jeder Rauchſäule, die den Kratern entſteigt und für die meiſten Orte von jeder Sonnenſtaub- (wohl ſeltener Erdſtaub-) Schicht, die in der Luft ſchwebt. Ja jede Aenderung des Windes hat ſtets mehr oder weniger Einfluß auf die gröſſere oder geringere Klarheit, und damit auf das verſchiedene Maaß der Wirkſamkeit eines und deſſelben Hygrometers; wie denn ſchon aus dieſem Grunde die Verdichtung der Luftfeuchte in der Nähe der Erdoberfläche für jeden Ort auf derſelben ſich ändern muß: mit den Tages- und Jahreszeiten.

§. 196.

Eine genaue Beſtimmung der Himmelsſchau iſt aber nichts weniger als leicht, und nur dann einigermaaßen genügend herzuſtellen, wenn man für dieſelbe einen zuſammengefaßten Ausdruck zu finden ſich bemüht, durch die Beſtimmung des Grades der Durchſichtigkeit der Luft, oder auch mittelſt Meſſung der Stärke des dieſelbe durchſtralenden Sonnenlichtes; erſtere gewähren, wiewohl nur annähernd vollkommen, v. Sauſſure's Kyanometer und Diaphanometer, letzteres nicht im viel hö-

heren Grade ſcharf die verſchiedenen Photometer (meine Experimentalphyſ. II. 419) unter denen am empfindlichſten und am leichteſten in den Gebrauch zu nehmen iſt jene Vorrichtung, welche man erhält, wenn man bei Leslie's Differentialthermometer die eine der Glaskugeln gleichförmig ſchwärzt, und fremdes (unmittelbares, wie reflectirtes) Licht ſo viel als thunlich von beiden Kugeln abhält; ſ. a. a. O. In dem Maaße, wie die Intenſität des auf daſſelbe einfallenden Lichtes groß oder geringe iſt, mehrt oder mindert ſich die durch daſſelbe im Schwarz der dunkelen Kugel entwickelte thermometriſche Wärme, dieſe mißt mithin die Stärke des zuſtralenden Lichtes, und da ſolche bei gleicher Gegenſtellung der Erde zur Sonne für denſelben Ort, alles Uebrige gleich geſetzt, um ſo größer ſeyn muß: je weniger trüb die Luft erſcheint, ſo giebt ſie mit dieſer Meſſung der Lichtſtärke zugleich den graduellen Unterſchied der Himmelsklarheit an *).

§. 197.

Was den Himmel am gewöhnlichſten trübt und daher gemeinhin hauptſächlich vollzieht: die Rückſtralung der Wärme vom Himmel gegen die Erde (ſ. oben S. 137) ſind die Nebelbläschen, zumal wenn dieſelben ſich in einem ſolchen Maaße zu häufen beginnen: daß ſie nahe daran ſind, in die allgemeinſte der Wolkenbildungen, in die Schleier-

---

*) Von der verſchiedenen Durchſichtigkeit der Luft kann man ſich leicht überzeugen, wenn man das Geſicht gegen den anſcheinend klaren Tageshimmel gerichtet, denſelben zu beſchauen ſtrebt: mittelſt eines Fernrohrs; was dem unbewaffneten Auge in dieſer Hinſicht gänzlich fremde blieb, entdeckt nun das bewaffnete leicht. Auch ein Brennglas, oder ein Brennſpiegel könnte dazu dienen: die Himmelsklarheit zu ſchätzen; denn nicht ſelten leiſten ſie in dieſer Hinſicht Beſtimmteres, als die eigentlichen ſog. Photometer. Man kann mit erſteren, wenn es die gewöhnliche Größe und Brennweite hat, dunkle Körper nur zünden, wenn der Himmel ſehr klar iſt, nicht wenn ihn Nebelbläschen einigermaaßen trüben.

wolke überzugehen. Es ſchwebt zu ſolcher Zeit ohnſtreitig viel tropfbares Waſſer (das Hüllenwaſſer der Nebelbläschen) in der Luft, zumal in den höheren kälteren Schichten derſelben, aber es folgt daraus noch nicht: daß die Luft dann auch reich ſeyn müſſe an Waſſergas, und mithin an hygroskopiſch nachweisbarer Waſſerſubſtanz — ja es iſt vielmehr, insbeſondere für tiefere Ebenen, baumleere Höhen ꝛc. um ſolche Zeit zum öfteren der Fall: daß das Hygrometer Lufttrockniß anzeigt; theils weil durch den Nebelbläschen-Bildungsproceß wirklich der Waſſergasgehalt vermindert worden iſt, theils weil die vom Himmel rückſtralende Wärme das ſchon am Hygrometer zur Feuchte verdichtete Waſſergas wieder herſtellt und in ausdehnſam entweichende Flüſſigkeit verkehrt.

§. 198.

Hieraus folgt aber: daß die Luft um ſo reicher an Waſſergas ſeyn, oder die in derſelben mit vorhandene Waſſergasatmosphäre (oben §. 13) um ſo dichter (um ſo weniger verdünnt) ſeyn kann, je klarer der Himmel iſt, und zwar um ſo mehr, da das Waſſergas ſelbſt, als ſolches durchſichtiger iſt, wie es die übrigen gaſigen Hüllen der Erde ſind. Der tiefblaue klare Himmel verräth das Vorhandenſeyn ſolches Waſſerreichthums der Luft; denn nicht nur, daß wir dann die Geſammtluft in weiteren Fernen durchſchauen und ſo ihr Gefärbtſeyn (ihre Bläue) an den größeren Maſſen beſſer wahrzunehmen vermögen, ſondern auch, weil wir zu ſolcher Zeit die Farbe des Waſſergaſes ſelbſt — die zweifelsohne jene des reinſten tropfbaren Waſſers und des in Maſſe gehäuften (Gletſcher-) Eiſes, nämlich das reinſte Blau iſt; ſ. I. S. 210 ff.) — in ihrer größten Sättigung wahrnehmen. Auſſer dieſer durch Mehrung des Waſſergaſes und Minderung der Nebelbläschen entſtehenden Himmelsklarheit und reinen Himmelsbläue, giebt es allerdings für den phyſiſchen Him-

mel noch eine zweite Durchſichtigkeits- und Färbungsbedingung: nämlich die der wirklich großen, mit Abweſenheit von Nebelbläschen und großer Verdünnung (Minderung) des Waſſergaſes verbundenen Lufttrockniß. In erſterer Hinſicht erſcheint uns Italien's Himmel: bei großem Reichthum an Waſſergas und unbedeutender Nebelbläschen Schichtung (oder auch: beim Bilden der Nebelbläschen in faſt unausgeſetzt äuſſerſt beträchtlichen Höhen) im reinſten, jedem der es auch nur einmal ſchauete: unvergeßlich ſchönem, tiefem Blau; jener des nördlichen Europa hingegen: bei Armuth an Waſſergas und Tiefſenkung der Nebelbläschen — nur im matten Hellblau, was ſelten (wenn ſüdweſtliche Winde den Waſſergasgehalt mehren) zum Farbenglanz (d. i. zur Reinheit und Sättigung der Farbe; beide im Bunde) des erſteren ſich hebt und dann nur bevorſtehender Waſſerentladung zum Verkündiger dient. Noch matter iſt das Himmelsblau der Steppen, nicht ſelten in Grau und (mittelſt von heißen Winden getriebenen Erdſtaubes) in Röthlichgrau übergehend, und aus denſelben Urſachen hinterlaſſen unſeren Gegenden Weſtwinde, die Regen brachten, wenn das Wetter ſich wieder klärt: ſtets einen Himmel von tieferer Bläue, als Oſtwinde, und erfreuen ſich die Bewohner der Küſtengegenden (z. B. die Meer-nahewohnenden Neapolitaner) in der Regel eines in Abſicht auf Farbenglanz ſchöneren Himmels, als die des Innenlandes (z. B. als die dem Meere ferne wohnenden Luccaner.) — Im nördlichen Europa werden zur Winterszeit die Nebelbläschen hinweggenommen, nicht nur, indem ſie zu Schnee, ſelten zu Eisregen verdichtet zur Erde gelangen, ſondern auch, weil ſie mit eintretendem Wechſel des Windes (für unſere Gegenden: mit einbrechenden nordöſtlichen und öſtlichen Winden) wieder vergaſen und nun die Durchſichtigkeit der Luft, ſo wie ihre Bläue erhöhen. Solche Vergaſung iſt aber mit Wärmebindung, und mithin auch mit Wärmeverluſt für die unteren Luftſchichten verknüpft (ein

Verluſt, der noch wächſt: durch nunmehr eintretende Begünſtigung der Erdwärme-Entſtralung) und daher folgt klaren Winternächten in der Regel ſtrenge Kälte, und während das Hygrometer — ſo lange die Kälte nicht jede Waſſerziehung deſſelben dadurch beſchränkt, oder aufhebt: daß die im Verlauf der Ziehung erſtarrenden Waſſermengen für die nachfolgende Menge jeder Art von weiterer Waſſeranhäufung entgegen wirkt (in den Wohnzimmern, in deren Fenſternähe hängende Hygrometer ſind, der Umgebungen wegen, zur Winterszeit nur trüglich) — noch Waſſergas anzeigt, und in ſolcher Anzeige noch eine kurze Zeit hindurch ſich ſteigert, iſt ſchon jener Witterungswechſel eingetreten, welcher jeden Waſſerniederſchlag, und jede Form deſſelben unmöglich macht.

1) Alles was dahin zielt: den Raum des Himmels zu vermindern, der von der Stelle aus, wo der Wärme-entſtralende Körper weilt, überblickt werden kann, das mindert auch jene Menge von Thau, mit welcher der Körper ſich bedecken würde, wenn er ſeine, oder die ihm zukommende Stralwärme frei zu entlaſſen vermöchte, Wells a. a. O.

2) Bei windſtillem und heiterem Wetter beginnt der Temperaturunterſchied des Graſes und der Luft (die daſſelbe berührt), an ſchattigen Orten, und wo ein großer Theil des Himmels ſichtbar iſt, fühlbar zu werden: ſobald als die Luftwärme abnimmt, und unter ähnlichen Umſtänden dauert er am Morgen noch einige Zeit nach Sonnenaufgang fort. In ſehr finſteren Nächten, zumal wenn Wind geht, iſt das Gras niemals kälter als die Luft, bisweilen ſogar wärmer; aber nicht darum: weil der Wind die Wärmeentſtralung verhindert, wie Wells meint (I. 398 dieſ. Hdbs.), ſondern weil der die finſtere Nacht erzeugende trübe Himmel die meiſte ihm zukommende Stralwärme wieder zum Graſe zurückwirft. Hochgehender Wind, indem er in niederen Luftſchichten Nebelbläschen entführt, kühlt er die Erde und zugleich das Waſſergas der höheren Schichten ab, kann aber auch dadurch die Himmelstrübe und damit die Rückſtralung der Erdwärme befördern, die dann hinreicht, die vorherige Bodenkühlung wieder aufzuheben; darum ſind auch finſtere Nächte ſelten — nur wenn an ſich ſehr kalte Winde vorüberwehen — ſehr kalt, in der Regel hingegen wärmer als helle. Vgl. oben u. S. 140. Wird eine zuvor heitere Nacht wolkig, ſo ſteigt die Temperatur des Graſes beträchtlich. Um dieſe Wirkung hervorzubringen, iſt das Daſeyn einer Wolke im Zenith während einiger Minuten hinreichend; Wells a. a. O. 195 ff.

3) Ein Körper, von welcher Beſchaffenheit er auch ſey, erkaltet nicht ſo leicht, wenn er iſolirt iſt (z. B. die Wolle in Wells Verſuchen; ſ. oben S. 136) als wenn er eine Unterlage von einigem Umfange hat und dieſe mit ſeiner horizontalen Unterfläche berührt (je größer dieſe Unterlage iſt, um ſo ſtärker findet die Bethauung ſtatt, und ein auf einem Brette liegender Körper bethauet mehr, wenn dieſes Brett einige Fuß über dem Boden horizontal ſchwebt, als wenn der Körper unmittelbar auf das Gras gelegt worden wäre); denn es ſinken im erſten Falle die kaum durch den Körper erkalteten Luftſchichten ſehr bald, wegen geringer Dichtigkeitsvermehrung, und werden ſogleich wieder erſetzt durch wärmere, ſelbſt bei ruhigſtem Wetter; im zweiten Falle kann dieſe Bewegung nicht ſtatt finden; a. a. O.

4) Stroh und andere leichte Körper, womit Gärtner zur Winterszeit zarte Pflanzen bedecken, ſchützen nicht nur, weil ſie ſchlechte Leiter der Wärme ſind, und mithin die Entfernung der Bodenwärme und das Eindringen der Auſſenkälte mäßigen, ſondern hauptſächlich auch: weil ſie die Stralwärme des Bodens gegen denſelben zurückwerfen. Auf gleiche Weiſe wirkt auch der Schnee, zumal in ſehr hellen, die Wärmeentſtralung ſehr begünſtigenden Nächten. Plinius, Plutarch u. A. legen dem Mondlichte die Eigenſchaft bei: das Faulen thieriſcher Subſtanzen zu beſchleunigen; es ſpricht für dieſe Meinung die oft erwähnte Thatſache: daß es bei klarem Nachthimmel (und ſolcher iſt gemeint, wenn es ſich in jenen Angaben vom Mondlichte in ſeiner vollen Wirkſamkeit handelt) thauet, und daß mithin der in mondhellen Nächten an thierlichen oder pflanzlichen Leichnamen ſich bildende Thau es iſt, der (als Feuchtigkeit; da ohne dieſelbe keine Fäulniß möglich wird) ſich häufend die Fäulniß begünſtigt. Schon Ariſtoteles bemerkt (Meteor. Lib. I. c. X. et de mundo c. III.): daß ſich Thau nur bilde in hellen, windſtillen Nächten; Muſchenbröck (Natur. Phil. T. II. de Rore) ſetzte dieſer Behauptung die Wahrnehmung entgegen: daß es in Holland ſelbſt dann ſtark thaue, wenn auch die unteren Schichten der Atmosphäre mit dickem Nebel erfüllt ſind; aber, fügt er hinzu, auch die Metalle bethauen dann ſo gut als andere Körper. M. verwechſelt mithin die eigentliche Thaubildung mit dem Näſſen der Körper durch feuchte Nebel, mittelſt Adhäſion der letzteren zum tropfbaren Hüllenwaſſer der Nebelbläschen. Wenn die Innenwände der Glasglocken ſich mit Waſſertröpflein und Bläschen belegen, während die Pflanzen ſelbſt, denen ſie zur Hülle dienten, weniger feucht oder gar trocken erſcheinen, ſo ſind es mehrere Bedingungen, deren Erfüllungen hier zuſammentreffen, um das erwähnte Ergebniß herbeizuführen: a) die Glaswände werfen Stralwärme zurück gegen die Pflanzen und verhindern dadurch deren Bethauung; b) die Pflanzen dunſten Waſſergas aus, dieſes wird am ſtärkſten abgekühlt am Glaſe; es bilden ſich daher hier Nebelbläschen, die nach und nach, bei fortſchreitender Abkühlung zu Tropfen ſich vereinen, welche dem Glaſe anhaften, und nun ſtatt ſeiner die Rückſtralung der Pflanzen- und Bodenwärme vollziehen;

ſie vergaſen dabei allerdings zum Theil wieder, aber die Auſſenkühlung der Glocke erneuert ſich in ſolchem Maaße, daß ſie dieſer Wiedervergaſung mindeſtens das Gleichgewicht hält und ſo die Wirkung der Stralwärme auf die Oberfläche der Tropfen aufhebt; c) die Abkühlung ſchreitet zuletzt, von der Glocke aus, durch den ganzen Innenraum derſelben fort und es bildet ſich Nebel (ein aus kleinſten Bläschen beſtehendes Wölklein von ſehr kleinem Umfange) deſſen tropfbares Waſſer auch denen durch Wärmerückſtralung mehr oder weniger warm erhaltene Pflanzen anhaftet, wie jeder, auch warme (nur nicht heiße) Körper auf ſolchem Wege feucht wird, wenn man ihn in ſichtbaren Waſſerdunſt taucht; endlich d) ſcheinen auch einige Beobachtungen darauf hinzudeuten: daß in lebenden Pflanzen, ſo lange ſie im Dunkeln weilen, Waſſerbildung (nebſt Kohlenſäure-Erzeugung) zu Stande kommt: durch Verbinden des aus der Luft eingeſogenen Sauerſtoffs mit in ihnen vorhandenem Kohlenwaſſerſtoff-Oxydul, und daß ein Theil dieſes — unter Temperaturerhöhung am Bildungsorte entſtandenen — Waſſers ſich vergaſt, und mithin den Innenraum der Glocke füllend, an deren Wänden zur tropfbaren Flüſſigkeit ſich abkühlt. Ueber die relativ entgegengeſetzte Innenverrichtung der Pflanzen unter Mithülfe des Lichtes; ſ. oben S. 65 ff.

5) Nicht unter Glashüllen, ſondern frei ſtehende Pflanzen erſcheinen häufig an jenen Stellen ihrer Blätter am meiſten mit Thautröpflein verſehen, welche als Mündungen abſondernder Gefäße gelten (was Muſchenbrök veranlaßte anzunehmen: ſolcher Thau ſey ein Erzeugniß der Pflanze, und durch jene Gefäße ausgeſondert worden); es ſind aber dergleichen Gefäßmündungen die am meiſten hervorragenden Theile der Pflanze, die darum auch am erſten und am vollſtändigſten erkalten. Sie werden alſo auch am eheſten das Waſſergas der Umgebungen bis zur Tropfenbildung zu entwärmen vermögen, um ſo mehr, da ſie ſelbſt (als rauhe Oberfläche) die Wärmeentſtralung am beſten begünſtigen; indeß iſt es, dieſes zugegeben, dennoch ſehr wahrſcheinlich, daß von ihnen auf ſolche Weiſe zunächſt gewirkt wird, auf jenes Waſſergas, welches ſie ſelbſt entlaſſen, und daß ſie in ſofern zwar nicht als tropfbare Flüſſigkeit, doch aber ſeiner Subſtanz nach Waſſer entwickeln, was ihnen unmittelbar zuvor ſelber angehörte.

6) Eine große, auf das Gras gelegte Metallplatte bedeckt ſich nicht ſo leicht mit Thau, als eine „kleinere;" werden beide Platten horizontal und gleich hoch in der Luft aufgehängt, ſo bemerkt man gerade das Gegentheil; Wells a. a. O., vergl. oben S. 154. Gleiches gilt auch von allen andern, ſtärker als Metall bethauenden Körpern, mithin auch von Glasplatten (z. B. in Hochheimer's Glastafeln-Hygrometer) und es werden dergleichen Vorrichtungen in Lagen, wo ſie am meiſten Wärme zu entſtralen vermögen, und am wenigſten durch Rückſtralung getroffen werden, am erſten und am meiſten erkalten und mithin am ſchnellſten und ſtärk-

ſten bethauen; wendet man daher dergleichen Körper als Hygrometer an, ſo wird ihre Wirkſamkeit vorzüglich mit bedingt und abhängig ſeyn: von der Größe ihrer Oberflächen, von deren Stellung gegen den Himmel und gegen die Erde, von der Natur der Subſtanz, die ihnen zum Träger und Halter dient und von ihrer Entfernung von der letzteren; jede Aenderung, welche eines oder das andere dieſer drei Raumverhältniſſe trifft, wird nothwendig zur Folge haben: eine Aenderung hinſichtlich des Bethauungsvermögens, (und damit auch rückſichtlich der Anſammlung von Feuchtigkeit an und in der hygroskopiſchen Subſtanz) alſo auch in Abſicht auf Feuchtigkeitsanzeige. Schon aus dieſem Grunde iſt zum Hygrometer unbrauchbar jede Materie, die viel Oberfläche darbietet (z. B. Glasplatten, Steine ꝛc.), und ſchon aus gleichem Grunde ſollte bei jedem Hygrometer, deſſen Angaben man bekannt machen will, zuvor genau bemerkt werden; die Art, wie es aufhängt iſt, ob frei, oder unter Berührung großer Rückwände, welche Größe und Beſchaffenheit ſeine Skale beſitzt: ob ſie von Metall, oder von Holz ꝛc.; ob ſie vertical oder horizontal (wo ſie letzteren Fall am ſtärkſten bethauet) hängt, u. dgl. m.

7) Im Jahr 1821 erſchien zu Zürich (in der Geßner'ſchen Buchhandlung) in 8. Wilhelm Carl Wells Verſuch über den Thau und einige damit verbundene Erſcheinungen. Nach der dritten engliſchen Ausgabe (meiſterhaft) überſetzt von J. C. Horner.

§. 199.

Aus thierlichem oder „pflanzlichem" Stoff bereitete Hygrometer, (d. h. die beſten unter allen in Gebrauch genommenen) werden dem Vorhergehenden gemäß bei heiterem Himmel „mehr" Waſſergas anzeigen, als die Luft wirklich enthält, weil Erkalten durch Wärmeentſtralen ihre Feuchtung befördert; und eben ſo werden auch Thermometer, unter gleichen Umſtänden eine etwas tiefere Lufttemperatur anzeigen, als wirklich ſtatt hat: weil die Glashülle ihrer Merkur- (oder Weingeiſt-) Kugel und ihres Merkur- (oder Weingeiſt-) Fadens bei hellem Himmel merklichen Wärmeverluſt zu Wege bringt, durch ihre freie Wärmeentſtralung. Ein Schirm, ſo angebracht, daß die gerade Ausſtralung gegen Himmel verhindert wird, kann denen daraus entſpringenden Irrthümern vorbeugen; Wells a. a. O. 203 ff. Die beſten unter den gebräuchlichen Hygrometern

ſind die gehörig bereiteten Haarhygrometer; vergl. oben S. 144.

1) Alle aus organiſchen Subſtanzen verfertigten Hygrometer gründen ſich auf: durch den Wechſel der zu oder abnehmenden Feuchtung erfolgende Volum- und Elaſticitäts-Veränderungen. Die an verſchiedenen Pflanzen vorkommenden Haare, Spitzen und Grannen zeigen ſolches in ſo auffallendem Grade, daß, wenn man dergleichen Pflanzentheile mit ihrer Grundfläche ſenkrecht auf ein Stück Papier befeſtigt, während man an ihr entgegengeſetztes Ende einen kleinen Papierſtreifen ſenkrecht auf ihre Länge anklebt, letzterer ſehr große Bogen beſchreiben wird, in Folge jener Drehung, in welche der Pflanzentheil (z. B. die Granne) verſetzt worden war: durch Veränderungen in ſeiner Feuchtigkeit oder Trockne. Gleiches hat auch ſtatt bei Darmſaiten (die daher auch, bei muſikaliſchen Inſtrumenten verwendet, ihre Spannung und damit ihren Ton ändern, durch Zu- oder Abnahme ihrer Feuchte), die daher auch auf die beſchriebene Weiſe benutzt werden zur Einrichtung jener kleinen Figuren, welche durch ihre Bewegungen heiteres trocknes, oder Regenwetter verkünden, die aber im Winter, im geheitzten Zimmer von ihrer Brauchbarkeit mehr oder weniger einbüßen und ohne Wetteranzeigen verbleiben, weil die Stubenhitze ihre Luftfeuchtung faſt unausgeſetzt in Lufttrocknung verkehrt; ſ. w. u.

2) Das durch ſchwache Kalilauge wohl entfettete blonde Menſchenhaar verkürzt ſich, wenn es austrocknet, und verlängert ſich, wenn es durch eingeſogenes Waſſer anſchwillt, und unterliegt auſſerdem (wie alle übrigen feſten, länglichen Körper) der Ausdehnung (Verlängerung) durch Wärme und der Zuſammenziehung (Verkürzung) durch Kälte; es zeigt beide Ausdehnungswechſel in der Längenrichtung am auffallendſten, weil es, gleich allen fadenförmigen Körpern, in der Längendimenſion vorzugsweiſe entwickelt und Raumerfüllend iſt. In d. ä. Sauſſure's hieher gehörigem Hygrometer iſt das obere Ende des Haars durch eine kleine Zwinge (Zange) die es faßt, befeſtigt, während das untere Ende auf gleiche Weiſe mit dem Umkreiſe einer ſehr beweglichen Rolle in feſter Verbindung ſteht. Dieſe Rolle wird von Unten nach Oben durch das Haar, von Oben nach Unten durch ein kleines Gewicht gezogen. Die Verkürzung des Haares bringt Drehung der Rolle nach einer Richtung zu Wege; bei der Verlängerung deſſelben dreht es das kleine Gewicht nach der entgegengeſetzten Richtung. Dabei ſetzt nun die Rolle ihrerſeits einen langen nadelförmigen Zeiger in Gang, die durch ihre Bewegung längs eines Gradbogens die Grade der Verkürzung und Verlängerung angiebt, welche das Haar in Folge der Aenderung der Luftfeuchte erfährt. Schließt man dieſes Hygrometer in ein (mit atmosphäriſcher Luft oder einem anderen permanenten Gaſe gefülltes) Manometer ein, deſſen Wände man mit Waſſer genäßt hatte, ſo beginnt die Nadel bald ſich nach jener Richtung der bogenförmigen

Skale zu drehen, welche ſie befolgt, wenn die ſie ſonſt umgebende freie Luft feuchter wird; endlich bleibt ſie ſtehen bei einem Punkte, den ſie fortan nicht weiter überſchreitet, die Temperatur mag dieſelbe bleiben, oder ſich dem einen oder dem anderen Cardinalpunkte des Thermometers mehr oder weniger nähern. Bringt man das Hygrometer ſtatt in die mit Waſſergas geſättigte Luft in jene eines anderen Manometers, welche in demſelben mehrere Tage hindurch mit austrocknenden Subſtanzen eingeſchloſſen war, ſo ſieht man bald darauf gemäß der eintretenden Verkürzung des Haares den Zeiger zu einem entgegengeſetzten Bogenpunkt zurückgehen, der erreicht ebenfalls nicht weiter überſchritten wird, und welcher der höchſten Lufttrockniß angehört. Den erſten dieſer Punkte nennt Sauſſure den der größten Feuchtigkeit, den letzten den der größten Trockniß, erſteren mit 100, letzteren mit 0 bezeichnend und den Zwiſchenraum in 100 gleiche Bogenlängen theilend, die dann eben ſo viele Zwiſchengrade der Skale darbieten. Daß der 0 Punkt dieſer und jeder anderen Skale keine abſolute Trockniß anzeigt, ſondern nur jenen Grad, wo das Waſſergas zu verdünnt iſt, um von austrocknenden Materien noch angezogen werden zu können, wird aus dem chemiſchen Verhalten der Gaſe (und auch anderer Flüſſigkeiten) ſehr wahrſcheinlich, indem jede Art von chemiſcher Gegenwirkung der Flüſſigkeiten ihre Grenze findet in dem jeder derſelben zukommenden Verdünnungsmaximum. (Je mehr eine Flüſſigkeit verdünnt werden kann, ohne ihre chemiſche Gegenwirkung aufzugeben, um ſo größer iſt die Intenſität oder Stärke ihrer ſog. chem. Verwandtſchaft.) Eine, wie ich zu vermuthen Urſache habe, empfindlichſte Probe für des Waſſergaſes Anweſenheit in einer Luft, welche möglichſt ausgetrocknet worden, dürfte ſeyn die Elektricität; wenn ſie, in Form ſtarker Funken durch die in Glasröhren eingeſchloſſene Luft von einem metallenen Leiter zum entgegengeſetzten überſchlagend Waſſergas zerſetzt (wie ſie in Henry's Verſuchen; Trommsdorff's Journ. IX. 2. St. 328 — ſowohl möglichſt ausgetrocknetes, aber darum nicht waſſerfreies Salzſäuregas in Chlorgas und Waſſerſtoffgas zerſetzte, und ein Gemenge von Waſſergas, oder Salzſäuregas, und Kohlenwaſſerſtoffgas in Kohlenſäuregas und Waſſerſtoffgas, und Kohlenſäuregas in Sauerſtoffgas und Kohlenoxydgas zerſetzen machte, während ſie bereits durch elektriſche Funken ihres Waſſergehaltes mittelſt Zerſetzung beraubtes Salzſäure- und Kohlenwaſſerſtoffgasgemenge ganz unverändert ließ). — Die ausführliche Anleitung zur Verfertigung ſicher und gleichförmig wirkender Haarhygrometer findet man in Essais sur l'hygrometrie par Hor. Bened. Saussure. Neufchâtel 1783. gr. 4. überſetzt von Titius unter dem Titel: H. B. Sauſſure's Verſuch über die Hygrometrie. Leipzig 1784. gr. 8. Da Rolle und Nadel, aller Sorgfalt ohngeachtet, mit welcher das Inſtrument verfertigt worden, dennoch, der Zuſammengeſetztheit ihrer mechaniſchen Wirkung wegen, fehlerhafte Angaben herbeiführen dürften, ſo hat es Babinet vorgezogen: ſtatt ihrer, die Ausdehnungsgrößen des Haares direct, mittelſt eines Mikrometers, zu meſſen; K. III. 452. Bei Prinſeps Hygro-

meter (das ſtatt eines Haares zwei enthält, deren jedes ſeinen beſonderen Zeiger hat und von denen das eine roh und unentfettet, das andere hingegen nach Sauſſure's Vorſchrift zubereitet iſt) ſind die von Babinet befürchteten Unvollkommenheiten eher vermehrt, als vermindert.

3) In Schweden (in früheren Zeiten auch in Deutſchland) kommen, wie Berzelius bemerkt, die Darmſaiten- und Tannenbrettchen-Hygrometer im täglichen Handel vor. „Das erſtere beſteht aus einer Darmſaite, die durch ein kleines Gewicht angeſpannt wird, und an deren frei herabhängendem Ende auf einem kleinen Brettchen zwei Püppchen befeſtigt worden, von denen das eine mit einem Regenſchirme verſehen iſt. Das Ganze ſteckt in einem kleinen Häuschen mit zwei Thüren. Nimmt nun die Saite in feuchter Luft Waſſer an, ſo windet ſie ſich auf, und dreht die Puppe mit dem Regenſchirme heraus; in trockner Luft hingegen dreht ſie ſich wieder zuſammen, führt dieſe Puppe in das Häuschen hinein und bringt die andere zum Vorſchein. — Das zweite beſteht aus einem dünnen Tannenbrettchen, was aus einem größeren Brette ſo ausgeſchnitten worden, daß die Saftringe auf der einen Seite weiter, als auf der andern, von einander abſtehen. In trockener Luft ziehen ſich nun die größeren Zwiſchenräume ſtärker zuſammen, und das Brettchen krümmt ſich auf dieſer Seite; in feuchter Luft hingegen ſchwellen ſie mehr auf und krümmen das Brettchen nach der anderen Seite.“ Berzelius Lehrbuch d. Chem. überſetzt von Blöde. Dresden 1820. I. 386.

4) De Luc, theils die Anwendbarkeit des Haares und überhaupt aller Fäden bezweifelnd, theils gegen die Beſtimmung der Sauſſure'ſchen feſten Punkte mancherlei Einwürfe beibringend (Deſſen neue Ideen über die Meteorologie I. K. 1 — 3 und Gren's Journ. d. Phyſ. V. 279 und VIII. 141 fertigte ſein Fiſchbeinhygrometer aus einem (6 Zoll langen) ſehr dünnen Streifen Fiſchbein, der nicht in der Länge der Fiebern, ſondern in deren Queere geſchnitten, unten an einen feſten Punkt angehängt, und oben mit einer feinen Welle in Verbindung geſetzt iſt, die auf einer Scheibe einen Zeiger dreht. Als Gegengewicht an der Welle dient ein ſpiralförmig gewundener feiner Golddrath, der an dem einen Ende befeſtigt und an dem andern mit der Welle verbunden iſt. Den Punkt der größten Feuchte beſtimmte er durch unmittelbares Eintauchen des Fiſchbeins in Waſſer, jenen der größten Trockniß dadurch, daß er das Hygrometer in ein genau verſchließbares zinnernes Gefäß aufhieng, das zum Theil mit friſch ausgeglühtem ungelöſchten Kalk gefüllt war. Den Abſtand beider Punkte, der von dem Zeiger auf der Scheibe angegeben wird, iſt in 100 gleiche Bogenlängen getheilt.

5) De Luc's Elfenbeinhygrometer beſteht aus einem kleinen, dünnen, hohlen Eiſenblechcylinder (2″8‴ lang, inwendig

$2\frac{1}{2}'''$ breit), der mit einer Glasröhre verbunden worden. Das Ganze iſt bis zu einer gewiſſen Höhe mit Merkur gefüllt; Feuchtigkeit weitet den Cylinder und macht dadurch das Merkur fallen, Trockniß zieht ihn zuſammen und bringt ſo das Merkur zum Steigen. — Dieſem Hygrometer ähnelt das aus *Federkiel* bereitete *Chiminello*ſche, das jedoch der verſtorbene Jena'ſche Mechanikus *Voigt* dahin abänderte, daß er die hygroſkopiſche Subſtanz aus einem ſpiralförmig geſchnittenen Federkielſtreifchen beſtehen ließ, während *Retzius* den umgedrehten ſchmalen Streifen, der demſelben durch Feuchtungs- und Trocknungswechſel werdenden Längenänderungen nach unmittelbar maaß; *Lichtenberg*'s Magaz. IV. 163. V. 115 und Bapt. da St. *Martino* ſtatt ſolchen Streifens, einen von *Goldſchlägerhäutchen* in Meſſung nahm; a. a. O. VI. 99, dem *Huth* (Journ. von und für Deutſchland. Jahrg. 1784. S. 473) ein Stück *Froſchhaut* und *Wilſon* eine *Rattenblaſe* zum Vertreter gab.

6) Behufs der Darſtellung des *Wilſon*'ſchen, allerdings ſehr empfindlichen *Hygrometers*, reinigt man die Rattenblaſe zuvor in kaltem Waſſer, kehrt ſie dann um, zieht ſie mit der Mündung um etwas über eine Thermometerröhre, an die man ſie dann mittelſt eines darum zu wickelnden Fadens feſtigt. Um das Abgleiten von der Röhre zu verhüten, wird das untere Ende derſelben, ehe man es in die Blaſenmündung taucht, ebenfalls mit etwas Faden umwunden. Iſt die Vorrichtung ſo weit gediehen, ſo füllt man das Ganze bis zu einer gewiſſen Höhe mit Merkur; erleidet die Blaſe durch Feuchtung Ausdehnung, ſo fällt das Merkur in der Thermometerröhre; wird ſie hingegen durch Trockniß zuſammengezogen, ſo ſteigt es. Der Punkt größter Feuchte wird an der zu fertigenden Skale (der Thermometerröhre) dadurch beſtimmt: daß man die Blaſe in Waſſer von 15°5 C. taucht; jener der größten Trockne durch Stellen des ganzen Apparats unter einem Recipienten, neben einem offenen Gefäße mit Schwefelſäure von 1,85 Eigengewicht; den Abſtand beider Punkte theilt man in 100 gleiche Längengrade. Ein zur Seite befindliches Thermometer zeigt an: wie viel bei der Aenderung des Merkurſtandes in der Hygrometerröhre kommt — auf Rechnung des Temperaturwechſels. Beſſer iſt es indeß, den Apparat vor dem Gebrauche in Waſſer der verſchiedenen Temperaturgrade von 0° C. bis 50 C. durchzuprüfen und das Steigen des Merkur für jeden zwiſchen 0° C. und 50° C. liegenden Grad an der Hygrometerröhre, oder an einer ihr parallel geſtellten Skale anzumerken.

7) Was De Luc's *Fiſchbeinhygrometer* (das beſſere von den beiden, die er dargeſtellt und in Anwendung gebracht hat) hinſichtlich der Gleichförmigkeit der Drehung der hygroſkopiſchen Subſtanz durch alle Grade hindurch verdächtig macht, iſt, daß es mit dem empfindlicheren Haarhygrometer nicht in allen Zwiſchengraden übereinſtimmt. Es haben zwar einige Phyſiker aus dieſem Grunde beide Hygrometer verdächtiget; indeß darf man letzteren (abgeſehen

von

von ſeiner größeren Empfindlichkeit) ſchon darum den Vorzug zugeſtehen: weil wenigſtens ſeine eigenen Grade nicht nur unter einander vollkommen, ſondern auch nahe genau mit den Angaben des von Körner verbeſſerten Daniell'ſchen Thermohygrometers zuſammenſtimmen, und zwar ſelbſt dann, wenn man ſowohl Babinet's Verbeſſerung (die Ausdehnung dreier ſtatt eines Haares mittelſt einer Mikrometerſchraube zu meſſen, ſ. oben) als Riche's Vorſchlag 8 Haare ſtatt 1 zu verwenden unberückſichtigt läßt. — Empfindlicher als Haare (und Seide) iſt übrigens Spinnenfaden, und da man vormals Handſchuhe aus dergleichen Fäden zu fertigen wußte, ſo wird es auch wohl nicht minder ſchwierig ſeyn, einfache ſogen. Spinnenfäden die Haare in Babinet's oder Sauſſure's Hygrometern vertreten zu laſſen.

8) Ueber Barboſa's von Schön ſeit mehreren Jahren zu hieher gehörigen Beobachtungen benutztes und verbeſſertes Geranium-Hygrometer unterrichtet S. durch folgende (in K's Arch. X. 207 ff.) dargebotene Mittheilung: Es beſteht aus einer mit Sorgfalt ausgewählten, in einem warmen Jahre vollkommen ausgebildeten und gut geformten Saamenkapſel einer Geranienpflanze. Da es von dieſer Pflanzengattung verſchiedene Arten giebt, unter welchen ſchon das H. triste bisweilen ziemlich taugliche Kapſeln liefert, ſo iſt rückſichtlich der Auswahl im Allgemeinen zu bemerken: In unſerem Klima, wo zuweilen, z. B. bei Nebeln oder lang anhaltenden Regen, noch eine ſehr große Feuchtigkeit der Luft ſtatt findet, iſt nur eine ſolche Saamenkapſel als Hygrometer tauglich, welche, auf einer Unterlage befeſtigt und der Hitze, z. B. der Ofenwärme wiederholt ausgeſetzt, in dem Zuſtande größter Zuſammenwindung an ihrem, auf dem Saamenkorne aufſitzenden und ziemlich freien Stiele oder Schnabel (der unbehaarten Schlauchhaut) wenigſtens acht mit freiem Auge unterſcheidbare Ringe oder Windungen zeigt. Dieſe Windungen müſſen an einem Theile des Schnabels eine auf die Unterlage vertikale Röhre bilden, und der andere Endtheil des Stieles muß eine zur Unterlage parallele Richtung annehmen. — Der ausgewählten Saamenkapſel iſt dann noch eine Scale beizugeben. Wenn man ſich auf einem Blatte Papier, in deſſen Mitte das Saamenkorn befeſtigt iſt, eine ſpiralförmliche, den Gang des Schnabels veranſchaulichende Linie gezogen, und eine ihrer vollen Windungen in 100 gleiche Zeichnungsabſchnitte getheilt denkt, ſo iſt der Punkt, auf den die Spitze des Schnabels bei jenem Zuſtande größter Zuſammenwindung hindeutet, der Nullpunkt (0° der Feuchtigkeit) der Skale, oder der Punkt ihrer größten Trockne, den ſie aber in freier Luft im Schatten nie erreicht. Wenn man daher an ihrem dann gebildeten Röhrchen 8 volle Ringe zählt, ſo wird ſie den höchſten Grad von Feuchtigkeit dann anzeigen, wenn ſie ganz abgewunden, d. i. wenn der Schnabel ohne alle Windungen in der Richtung einer geraden Linie erſcheint. Auch dieſen fixen Punkt, oder 800° der Feuchtigkeit erreicht das Geranienhygrometer in unſerem Klima höchſt ſelten und nur dann: wenn es in näſſendem Nebel wie eingeſenkt

erſcheint und durch ihn vollkommen erſchlafft worden iſt. Sucht man nun noch durch Verſuche die Correction wegen der Wärme, ſo hat man ein Hygrometer, das nicht nur, gehörig gegen Staub und Spinngewebe geſchützt, wenigſtens 2 Jahre lang ausdauert, ſondern auch durch keine mechaniſche Vorrichtung in ſeiner freien Bewegung gehindert und koſtſpielig gemacht wird.

9) Clas Bjerkander (neue ſchwediſche Abh. III. und Lichtenberg's Magaz. III. 162) benutzte die Kelchſchuppen der Carlina vulgaris Linn. zu gleichem Zwecke, jedoch ohne dabei Genauigkeit in den Beobachtungen zu beabſichtigen. Nachdem nämlich dieſe Pflanze geblühet hat, bleibt ſie mit Stengel, Blättern und Kelch vertrocknet bis ins folgende Jahr ſtehen. Während dieſer Zeit ſah B., daß ſich der Kelch bei feuchter und trüber Witterung zuſammenzog, bei heiterer und trockner hingegen öffnete und horizontal ſtand. Jemehr dann die Lufttrockniß zunahm, um ſo mehr bog ſich der Kelch niederwärts (alſo entgegen der Stellungsrichtung, die er im lebenden Zuſtande darbietet) und endlich legte er ſich doppelt an das Saamenbehältniß. In's warme Zimmer gebracht traten die Schuppen deſſelben nicht zuſammen, ſondern blieben vielmehr immer auseinander geſchlagen. Bjerkander befeſtigte nun verblühte Exemplare auſſerhalb ſeines Fenſters und nutzte ſie ſo, ohne weitere Vorrichtung, als Hygrometer. War es Vormittags heiter und der Kelch blieb dennoch ungeöffnet (ein Zuſtand der Luft, dem oben S. 151 §. 198 bezeichneten ähnlich), ſo wurde die Luft Nachmittags darauf getrübt von Nebelbläschen, die ſich mehrend ſchon in Folge der Adhäſion ihrer genäherten Hüllen in Nebelregen übergehen (mehr noch, wenn ſie von kaltem Waſſergas-reichen NW. getroffen und von Oben her beſtrichen werden); war es hingegen Morgens trübe und der Kelch fieng dennoch an ſich zu öffnen, ſo wurde es Nachmittags heiter. — Carlina vulgaris L. wächſt in Deutſchland faſt überall wild und dürfte daher für den Landmann das wohlfeilſte Hygrometer darſtellen, deſſen Einrichtung und Beobachtung zugleich eben ſo einfach als leicht ausführbar iſt. Die Pflanze gehört zu der Familie mit zuſammengeſetzten Blumen (Compositae) und zwar zur erſten Ordnung derſelben, nämlich zu den Cynareen (zu der auch der Diſtel, Carduus gezählt wird) erſte Abtheilung: mit gefiederter Saamenkrone. Die Gattung Carlina (Eberwurz; nach Linne's künſtl. Pflanzenſyſteme in die 2te Ordnung der 19ten Klaſſe fallend) macht ſich kenntlich durch ihren bauchigen Kelch (Blumenfaſer), deſſen äuſſere Schuppen äſtig, dornig, die innern gefärbt, trocken, rauſchend ſind, und den Anſchein eines Strals hervorbringen. Auſſerdem finden ſich die Spreublättchen des Fruchtbodens gezellet und in Borſten zerſchlitzt, und zeigt ſich die Saamenkrone äſtig, ungeſtielt, gefiedert und an einem freien Ringe befeſtigt, während ſie ein kurzer, borſtiger Ring umgiebt. Die Art C. vulgaris (gemeine Eberwurz) zeichnet ſich aus durch einen hohen, oben getheilten Stengel, mit vielen ſtrohgelben Blumen in Doldentrauben am Ende; der Kelchſtral iſt weißgelblich, die Deckblätter (die zunächſt an der

Blume ſtehenden blattartigen Theile) ſind kürzer als der Kelch, die Stengelblätter (eigentlichen Blätter) erſcheinen buchtig und am Rande gezahnt (der Rand derſelben iſt dornig) und unten (nahe der Wurzel) fiedrig (federartig) geſpalten. Die Pflanze liebt trockne Anhöhen, iſt hinſichtlich ihrer Wirkung auf das ſie zum Futter bekommende Vieh verdächtig und blüht im Juli und Auguſt.

10) Will man Ab- und Zunahme der von hygroskopiſchen Subſtanzen angezogenen Feuchtigkeit mittelſt der Wage beſtimmen, ſo bedarf es dazu nicht nothwendig der Wägung (Maſſenbeſtimmung der eingeſogenen Waſſermengen durch Gewichte), ſondern es reicht hin: den einen der Arme (oder deſſen Schaale) der hinreichend empfindlichen Wage mit der feuchtziehenden Materie, den andern hingegen mit einer Spitze zu verſehen, die als Zeiger auf die Bogentheile (Grade) eines Quadranten hinweiſt, wie ſolches unter Anderen de la Guerrande mit dem Meergraſe und Hochheimer mit einer Glastafel verſuchten, und letzterer eine Zeit hindurch in Anwendung brachte; Lichtenberg's Magaz. III. 2. S. 159 und meine Experimentalphyſ. I. 389. — Am letzt genannten Orte mache ich jene Meteorologen, welche pflanzliche Gebilde allen übrigen Hygroskopen vorziehen unter andern aufmerkſam: auf das aus Andropogon contortus gefertigte Hygrometer, das große Empfindlichkeit mit ausgezeichneter Dauerbarkeit verbindet; vergl. auch P. Pilgram's Wetterkunde (Wien 1788. 4. 567 ff.) und Krünitzen's Encyklopädie Art. Hygrometer, B. XXXVII., wo ſehr viele ältere Inſtrumente der Art abgebildet und beſchrieben ſind.

11) Tobias Lowitz (Beſchreibung eines im Jahr 1771 im Aſtrachanſchen Gouvernement neu erfundenen Hygrometers; Götting. Magaz. 3ter Jahrg. 4tes St. 491) benutzte einen ſehr ſtark feuchtziehenden und Waſſer nicht minder ſchnell entdunſtenden blauen Thonſchiefer, den er an den Ufern der Wolga gefunden hatte, als Wäghygroskop, indem er daraus dünne Scheibchen fertigte, eine dergleichen wohl ausgebrannt an den Arm einer ſehr empfindlichen Wage hieng, und dieſe dann ins Gleichgewicht ſetzte. Bis zur Trockne erhitzt und dann noch heiß gewogen wog ſolch ein Scheibchen 175 Gran, mit Waſſer geſättigt hingegen 247 Gran; es hatte alſo bei größter Feuchtung nicht weniger als 72 Gran Waſſer in ſich aufgenommen.

12) In manchen Gegenden dient ein Stück Steinſalz, an einen Faden gebunden und an's Fenſter gehangen zum Feuchtzeiger; wird es feucht, ſo ſind entweder viele Nebelbläschen neben Waſſergas, oder letzteres iſt in ſehr verdichteter Form in der Luft; was, zumal das erſtere, wenn der Wind ſich nicht drehet, auf nahe bevorſtehende tropfbare Niederſchläge deutet; wird es, oder bleibt es trocken, ſo gewährt dieſes die entgegengeſetzte Witterungsanzeige. An anderen Orten benutzt man auch zu gleichem Zwecke die ſog. chemiſchen Wettergläſer, deren zweierlei im Gebrauche ſind, näm-

lich ſolche, die durch eintretende Efflorescenz und jene, welche durch veränderte Gasentwickelung auf die bevorſtehende Wetteränderung hinweiſen; beide ſind indeß ſchon darum ungenau und trügeriſch, weil das erſtere neben der Luftfeuchte hauptſächlich durch den Wechſel der Temperatur der Luft und letzteres durch den der Luftwärme und Luftelektricität, in Verbindung mit (und hauptſächlich durch) veränderten Luftdruck in ſeinen Wirkungsänderungen beſtimmt wird; meine Experimentalphyſ. I. 588 und II. 31 ff. (In erſterem iſt es theils der Kampfer, theils das Salzgemenge, in letzterem das Waſſerſtoffgas, an deren Aenderungen die werdende Witterung gedeutet wird, indem man naſſes Wetter erwartet, wenn erſteres kryſtalliniſche Anflüge der Innenwände des Glaſes, und letzteres Minderung der Gaſſation darbietet; hingegen trockenes, wenn die Salzkampfermaſſe des erſteren in pulverigen Niederſchlag ſich wandelt, während des letzteren Gasblaſen ſich merklich mindern.

13) Während mehrere Hygrometer nur erſt dann deutliche Anzeigen eintretender Aenderung der Luftfeuchte gewähren, wenn bereits der Nebelbläschenbildungsproceß im vollen Gange iſt, zeigen dagegen mehrere Thiere nicht nur die erſten Momente dieſer näſſenden Feuchtigkeit, ſondern ſelbſt den ihnen vorangehenden Zuſtand der Vermehrung des atmosphäriſchen Waſſergaſes, und nicht ſelten mit großer Beſtimmtheit an. Am fähigſten befragt wird in dieſer Hinſicht der Laubfroſch (Rana arborea; der faſt in ganz Europa, nur nicht in England vorkommt und deſſen Männchen, ſowohl wenn das Wetter ſich ändern will, als auch zur Zeit ſeiner Paarung laut quoaket, wobei er die Kehle zu großen Blaſen auftreibt *)) und mehr noch der braune Grasfroſch (R. temporaria, deſſen Jungen nach warmen Sommerregen haufenweiſe hervorkriechen und durch ſolch plötzliches Erſcheinen ſonſt nicht ſelten die Veranlaſſung gaben zu der Sage, als habe es Fröſche geregnet); beide pflegen an den Fenſtern in Conſervgläſern gehalten zu werden, die zur Hälfte mit Waſſer und etwas Gras (und von Zeit zu Zeit zu erneuerndem Futter: lebende Engerlinge, Regenwürmer, Waſſerinſekten, Mücken ꝛc.) zur anderen Hälfte aber leer ſind. Empfindlicher noch für die Aenderung der Luftfeuchte ſcheint Rana pipiens *) zu ſeyn. — Wenn es regnen will, oder ſtürmiſche Wit-

*) Eigentlich nicht die Kehle, ſondern 2 Blaſen, an jeder Seite eine, als Stellerſetzer der ehemaligen Kiemen; in der Ruhe iſt ſie eingezogen, beim Quoaken werden ſie mit Luft angefüllt. Um das Weibchen zu locken murkſen ſie; die Weibchen grunzen nur darunter und blähen dabei nur den Hals auf. Sie häuten ſich faſt alle 8 Tage; vergl. Oken's Naturgeſch. III. 215 f.

**) Oder R. halecina; 2½ Zoll lang, grün, braune Flecken in gelbem Ring, hinten mit einer Schwimmhaut verſehen. Er

terung bevorſtehet, tauchen ſie unter und ziehen ſich überhaupt in den unteren Theil des Glaſes, im Graſe ꝛc. ſich verſteckend; tritt trocknes, heiteres Wetter ein, ſo entſteigen ſie dem Waſſer. Je heftiger die grünen Laubfröſche (R. arb. oder Hyla viridis) ſchreien, um ſo näher iſt in der Regel der Eintritt des Regens; kurz vor der Begattungszeit (im Frühjahr, gleich nach der des braunen Grasfroſches) iſt dieſes häufiger der Fall, als nach derſelben. Der Landbauer prophezeihet Miswachs, wenn er ſie vor Georgi (23. April) ſchreien hört; er hat in ſofern Recht, als früher Regen im Jahre gewöhnlich dieſe Folge hat. Heiteres Wetter lockt übrigens auch die gemeinen Eidexen hervor, und wenn Schlangen ſich auf Waldwegen lagern, pflegt heiteres Wetter Beſtand zu gewinnen.

14) In Beziehung auf Witterung laſſen ſich bei den Thieren überhaupt dreierlei Vorgefühle unterſcheiden: das vom bevorſtehenden hellen, guten, trocknen Wetter, jenes vom Regenwetter und das von Stürmen und Gewittern ꝛc. Erſteres gilt jedoch vorzüglich vom ruhigen Wetter, wenn die Luft anfängt ihren Gehalt an Nebelbläschen zu verlieren, während ſie waſſergasreich genug bleibt und es noch mehr wird, als ſie es ſchon war. Sie wirkt dann mehr und mehr weniger näſſend, was, wo es eintritt bei Menſchen, wie bei Landthieren mehr oder weniger das Gefühl der Unbehaglichkeit hervorruft; ſey es vermittelt durch das Gemeingefühl (das nicht nur Taſt- und Temperaturſinn, ſondern, wie ich — ſo viel ich weiß — zuerſt nachzuweiſen verſuchte: auch Anziehungs- und namentlich Haftziehungs- oder Adhäſionsſinn iſt) der Auſſenhaut, oder durch das Athmungsorgan. Hauptſächlich iſt es aber der Temperaturſinn der über das Sich-behaglich-fühlen in der freien Luft entſcheidet; denn es ſind die Nebelbläschen, welche kühlen, wo ſie haften (indem ihr Hüllenwaſſer auf Koſten der Wärme des von ihnen berührten Körpers vergaſet) und es iſt das Bläschen-freie Waſſergas, welches gelinde und ſehr allmälig gleichförmig wärmt, während es zur tropfbaren Flüſſigkeit (durch Waſſerziehung des davon umhüllten Körpers) ſich verdichtet; es iſt daher hauptſächlich die hygroskopiſche Beſchaffenheit jener Auſſen- und Innenflächen des thierlichen Leibes, durch deren ſtärkeres oder ſchwächeres Entwickeltſeyn das Wohl- oder Misbehagen in der freien Luft zunächſt bedingt wird, und je mehr feuchtziehend die Subſtanz der Haut und übrigen nach Auſſen gelegten Theile iſt, und je ſchneller ſich der durch Feuchtziehung oder durch Waſſervergaſung an dieſen Theilen erzeugte Temperaturwechſel zu den Nerven des thierlichen Weſens fortzupflanzen vermag, dann auch: je reizba-

---

wohnt in fließenden Wäſſern Nordamerika's und zwiſchert wann's regnen will, wie Vögel: Pwit, Pwit! ſpringt 18 Fuß weit und iſt unſerem eßbaren Froſch (grünen Waſſerfroſch R. esculenta; R. viridis aquatica) ſehr ähnlich; a. a. O.

rer dieſe Nerven ſind, um ſo ſchneller und um ſo beſtimmter werden die Vorgefühle zur Entwickelung gelangen. Beſonders ſcheinen auch die Geruchsnerven nahe unmittelbar Theil zu nehmen am Erzeugen: des Wohl- oder Misbehagens dadurch, daß ſie faſt nackt der Luftberührung preisgegeben ſind, und ihre Bekleidung, vorzüglich der ſie ſchützende aus zahlloſen kleinen Glandeln entlaſſene Schleim, gasverdichtend wirkt. Je dünner dieſe Bekleidungen und je dicker die Nerven ſelber ſind, um ſo empfindlicher iſt im Allgemeinen das Geruchsorgan, das überall nur thätig iſt, wo es Gaſe verdichtend wirkt, und wo ſeine Nerven (die, wie alle Nerven lebender Weſen: nicht nur zu den beſten Wärmeleitern, ſondern auch zu den vorzüglichſten Leitern und Erregern der Elektricität gehören) zu elektriſchen Ladungen von Auſſen her gebracht werden. Seine Nerven werden nämlich überall dort in den Ladungszuſtand (und damit in einen mehr oder weniger widernatürlichen Zuſtand) verſetzt, wo ſie die ihnen vom Innern des Körpers her zu kommenden E (Elektricitäten) nicht mit derſelben Geſchwindigkeit nach Auſſen zu entlaſſen vermögen (ſich nicht mit der Gegenelektricität der den Sinne-begabten Körper umgebenden Luft ins Gleichgewicht der Kräfte zu ſetzen im Stande ſind) mit der ſie ihnen zu Theil wurde. Wenn aber trockne Oſtwinde, Vorveränderungen der Luft bei vulkaniſchen Eruptionen, Gas-, Staub- und Rauchentlaſſungen ꝛc., wenn ferner ſtaubreiche Winde, entſtehende Wirbelwinde vor ſtarken Gewitterentladungen ꝛc. die Luftelektricität beträchtlich zu ſteigern beginnen, oder wenn die Iſolation der Luft vor jedem Gewitter ſehr erhöhet wird, ſo ſchwächt ſich damit jede Art von ſog. Elektricitäts-Ableitung einem oder dem andern E geladener Körper, und was an ihnen vorübergehende Sammlung des E war, wird nun zur rückwirkenden Anhäufung (relativ beſtändigten Ladung). Dieſe Rückwirkung ſelbſt aber iſt uns zwar nur einem (vielleicht dem kleinſten) Theile nach bekannt, aber dieſe Bekanntſchaft wirft doch Licht genug auf den Vorgang und damit auf den Zuſtand der Nerven, wenn es ſich bei Thieren und Menſchen (zumal bei ſolchen Menſchen die an Dauerkrankheiten, ſog. chroniſchen Uebeln leiden) von deſſen Eintritt handelt. Meinen hieher gehörigen Verſuchen zufolge (Observationes de Electromagnetismo. Erlangae, cIɔIɔCCCXXI. 4. pag. 5) werden nämlich Nerven, durch welche ſog. elektriſche Strömungen ſtatt haben mehr oder weniger dauernd magnetiſch, ſo daß ſie polariſch anziehend und abſtoßend in die Ferne wirken (was vielleicht im Zuſtande des Sonnambulismus beim Menſchen Hauptheil des ganzen Phänomenes iſt). Das Magnetiſchſeyn iſt nun freilich ohne Zweifel fortdauernd in allen lebenden Organismen entwickelt, aber unter obigen Bedingungen (der Elektricitäts-reichen Auſſenluft) tritt es in einem ungewöhnlichen Grade hervor, wirkt damit in ungewöhnlicher Stärke zurück auf das Centralorgan und ſtört hier das Empfinden jener Ganzheit (Empfindung des eigenen Daſeyns als eines Ganzen: daß der äuſſeren Anregungen ungeachtet ſich in ſeiner Selbſtbehauptung ungefährdet weiß), welcher unmittelbare Ausdruck iſt der Eigenweſenheit des lebendigen Organismus (oder vielmehr: der Beſeelung des Lebweſens; m. Experi-

mentalphyſik II. Band VIII. Cap.). Auch iſt es wohl möglich, daß es in manchen Fällen, bei ſehr leidenden dauerkranken Menſchen, durch die örtliche Elektricitätsanhäufung in und an der Erde (gegenüber dem Gewitter) zu ſo beträchtlichen Steigerungen jener Nervenladungen kommt, daß der Elektromagnetismus oder Siderismus derſelben in Magnetochemismus überzugehen ſich anſchickt, und daß demnach dort chemiſche Aenderungen einzutreten beginnen, wo ſonſt nur magnetiſche Spannungen polariſche Ziehungen veranlaßten, und in dem lebendigen Elektricitätsleiten Zerſetzungen vorbereitet werden, welche, von Auſſen her angeregt, zunächſt dem Organismus empfinden laſſen die Gewalt, welche die Auſſenwelt über ihn hat, dann aber auch als zerſtörende Potenzen die Geſammtheit ſeiner Selbſtthätigkeit bedrohen. — — Jedes Thier wittert ſeine Nahrung, doch wohl überall nur dadurch: daß die von dem Nahrungsmittel aufſteigenden und in den Umgebungen ſich verbreitenden Gaſe, ohnfern der Geruchsnerven des Thieres verdichtet, zur verſtärkten Einwirkung auf denſelben gelangen; die Einwirkung ſelbſt, wie ſpecifiſch ſie auch ihrem Stoffe nach ſeyn mag, iſt doch ſtets nur eine dynamiſch-erregende, und ähnlich jener, welche der Witterungswechſel mit ſeiner Temperaturänderung (durch Nebelbläschen und durch Waſſergas) und ſeiner Siderismusbegünſtigung in den Nerven und dadurch im Centralorgan herbeiführt. Bei höheren Thieren bietet, wie beim Menſchen, das Athmungsgeſchäft ſelber das Mittel dar, um dem Geruchsorgane die Luft, und was in ihr verbreitet iſt, nicht nur zuzuführen, ſondern auch während der Berührung der Innenflächen des Organs für die erregende Einwirkung lange genug verweilen zu machen. Geſellt ſich hiezu nun noch ſehr beträchtliche Maſſengröße des Geruchsnerven (nicht ſowohl im Verhältniß zum Hirne, als vielmehr zu den übrigen Sinnesnerven), ſo erſcheint das Riechvermögen — und damit auch das Vorgefühl elektriſcher Luftänderungen — ungewöhnlich geſteigert; die Urbewohner Mexikos ꝛc. berochen die Erde, wo kurz zuvor Menſchen gewandelt hatten, um zu erfahren, ob es Eingeborne oder Spanier geweſen, und noch jetzt giebt es unter den rothen Indianern Einzelne, welche faſt mit der Schärfe des Waldthiere witternden Hundes (oder der Mäuſe witternden Katze) die Spuren der menſchlichen Fußtapfen unterſcheiden durch das Beriechen der Erde, und die ſo ſich in den Stand geſetzt finden zu entſcheiden: ob Menſchen ihres Stammes, oder ob fremde, civiliſirte Nationen angehörende es waren, welche dergleichen Fußeindrücke hinterließen; es ſind dieſelben, welche Gewitterbildungen, und ungewöhnliche Luftveränderungen zu Zeiten ahnden, wenn Andere noch die Möglichkeit ihres Eintrittes bezweifeln, und es iſt dieſelbe Art von Angſt, welche phyſiſch bedingt, hier, wie bei der auch unter civiliſirten Völkern nicht ungewöhnliche Gewitterfurcht, zunächſt ausgeht von äuſſeren Einwirkungen auf Haut-, Athmungs- und Geruchsorgan. — Jedes Thier hat ohne Zweifel mehr oder weniger Vorgefühl der Witterung, der Menſch nur entweder, wenn er leidend *) der Ge-

*) Podagraiſten, Menſchen mit vernarbten Wunden, Kriegsleute,

walt der umgebenden Natur mehr anheim fällt, oder wenn er, phyſiſch geſund und ſtark, ſich jener höheren geiſtigen Entwickelung (und hauptſächlich der Stärkung der Willenskraft) nicht zu erfreuen vermag, welche allein zu erzeugen im Stande iſt: Selbſtſtändigkeit, die ſich bewährt.

15) Gewöhnlich nennt man aber nur jene Thiere Wetterpropheten, welche (z. B. wie die ſchon erwähnten Amphibien) durch ungewöhnliche körperliche Verrichtungen, die Entwickelung des Witterungsvorgefühls, auf eine ſehr auffallende und leicht bemerkbare Weiſe kenntlich machen. Auſſer den erwähnten gehören hieher vorzüglich nachbenannte, die hier in jener Ordnung folgen, welche oben S. 165 angedeutet worden:

In der Luft frei von Nebelbläschen, oder nahe frei, nicht ſelten reich an Waſſergas, oder, was daſſelbe ſagen will, beladen mit Waſſergas von großer Dichte (das daher Klarheit des Himmels im hohen Grade begünſtigt; oben S. 151) flattern Abends gerne die Fledermäuſe, fliegen am Tage auf den Fahrwegen in Menge herum die Miſtkäfer, bewegt ſich Alles, was geflügeltes Inſekt iſt und die Tageshelle liebt in großer Zahl, treiben ſchwärmendes Flugſpiel die Mücken und Schnaken (zumal bald nach Sonnenuntergang), deren Flügel nur in nicht näſſender Luft der freibeweglichen Entfaltung fähig ſind, und die in ihren Verſtecken bleiben, oder von denen die Käfer kriechen ſtatt zu fliegen, wenn die Luft reich wird an Trübung zeugenden Nebelbläschen. Lerchen und Schwalben nehmen dann einen höheren und höchſten Flug, ob nur: um ſo denen höhere Luftſchichten beſuchenden Inſekten näher zu ſeyn, oder vielmehr: weil ſie nun noch in beträchtlichen Höhen Nebelbläschen-freie Luft finden? iſt zu unentſchieden; wahrſcheinlich wirken beide Urſachen beſtimmend auf die genannten Thiere. Kröten kommen bei ſchönem Wetter aus dem Schlamme hervor und Waſſerſchlangen aus den Tiefen. — Die Wetterfiſche (Schlammpeitzker; Cobitis fossilis; in allen ſüßen Wäſſern mit moorigem Boden; ſehr zähen Lebens, ſterben unter Eis nicht, wenn auch nur wenig flüſſiges Waſſer vorhanden; Oken Naturgeſch. III. 83) laſſen das Waſſer bei klarem, trocknen Wetter helle, bei feuchtem, beſonders aber bei Gewitterluft*) trüben ſie es durch Anſteigen in demſelben, indem ſie

---

denen die verwundende Kugel im Leibe verblieb ꝛc., ſpühren, wie man zu ſagen pflegt, das Wetter; in der Regel vermittelſt erhöheter Empfindlichkeit ihrer Haut, auſſerdem allerdings auch durch die darunter mit leidenden Syſteme ihres krankhaften Leibes.

*) Es iſt dieſer Fiſch unter allen kaltblütigen Thieren der ſicherſte Gewitteranzeiger. Schon 24 Stunden vor demſelben ſteigt

den Bodenſchlamm aufrühren; zum Theil auch: indem ſie ſchneller Luft ſchlucken und wieder entlaſſen, als bei guter Witterung (und bei hohem Barometerſtande). Bei anhaltend gutem Wetter pflegen die Raben ſich im Felde zu verſammeln, und Wald-Sangvögel an-dauernd ſich hören zu laſſen. — Meyer verſichert bei mehreren Vögeln wahrgenommen zu haben: daß ſie ihre Federn mit dem Oele aus ihren Fettdrüſen einſalben, wenn bei ſchwüler Luft Regen eintritt; Voigt's Magaz. VII. 4. St. 135. Hühnerartige Vögel, vor allen das gemeine Haushuhn, und eben ſo auch Tauben ſuchen Zufluchtsorte gegen den Regen, wenn dieſer nahe bevorſteht; der Haushahn krähet *) und die Mutterhenne gakelt bei jedem Uebergange der ruhigen und der trockenen Witterung in windiges und regneriſches Wetter, und Hühner, Tauben, Wachteln u. m. andere Vögel baden ſich bei gleichem bevorſtehenden Wetterwechſel, und die Waſſervögel tauchen unter **). Die Schwalben fliegen um ſo niedriger, je mehr in nächſt höheren Luftſchichten die Nebelbläschen ſich häufen, weil dann die unterſten Schichten noch die einzigen ſind, welche durch die Wirkung der entſtralenden und von den trüben Schichten zurückſtralenden Wärme Bläschen-leer bleiben; die

---

er aus dem Waſſer des Glaſes herauf, worin man ihn am Fenſter aufbewahrte. Man kann ihn in einem Glaſe über 1 Jahr halten, wenn man im Sommer das Waſſer und den Moor 2 mal wöchentlich erneuet; er ſchluckt Luft und giebt ſie wieder durch den After von ſich, athmet daher mit dem Darme ſelbſt. Gefangen pfeift er. Im natürlichen Zuſtande überwintert er unter dem Schlamm wie der Aal, frißt Würmer, Inſekten und Schlamm, beißt ſelten an den Angel, geht aber in Reuſen mit Kraut. Er vermehrt ſich ſehr und vergräbt ſich in abgelaſſenen Weihern in den Schlamm; a. a. O.

*) Das Rufen der Pfauen, auſſer der Brunſtzeit, bei nächtlicher Weile, ſcheint auch hieher zu gehören; ſie bleiben dagegen ruhig, wenn dem regneriſchen oder ſtürmiſchen Wetter das heitere und ruhige folgt.

**) Die Jäger wollen letzteres jedoch hauptſächlich nur und ſehr auffallend bei herannahenden Gewittern bemerkt haben. Schiller läßt Werni, den Jäger (in „Wilhelm Tell" 1ſte Scene) der vorangegangenen Bemerkung des Hirten Kuoni:

„'s kommt Regen, Fährmann, meine Schaafe freſſen"
„Mit Begierde Gras, und Wächter ſcharrt die Erde"

hinzufügen:

„Die Fiſche ſpringen, und das Waſſerhuhn"
„Taucht unter. Ein Gewitter iſt im Anzug."

Kraniche hingegen, als ſtärkere Vögel, wenden unter gleichen Umſtänden alle ihre Kräfte an, um ſich über die ganze Nebel- und künftige Regenſchicht zu erheben; vermögen ſie es aber nicht, ſo eilen ſie zur Erde zurück und ſtecken gleich den Störchen und Hühnern den Schnabel unter die Flügel, oder behacken auch die Bruſt, mit dem Schnabel im Flaume bohrend und wühlend. Die Raben ſchreien und hängen ſich zu ſolchen Zeiten an die Bäume (während ſie, wenn ſie Aas wittern, zwar auch ſchreien, aber nicht indem ſie ruhen, ſondern wenn ſie demſelben zueilen), die Dohlen ſchlagen mit den Flügeln und wühlen mit dem Schnabel in ihren Federn, und die Waldvögel eilen ſchnellen Fluges zu ihren Neſtern. Regenwürmer entkriechen der Erde (die größere Feuchte ſuchend), Ameiſen arbeiten emſig, vorzüglich wenn lange anhaltende Landregen bevorſtehen, und Bienen entfernen ſich nicht weit von den Stöcken, wenn der Himmel ſich zu Regen trübt. Die Stechfliege (Conops calcitrans) kommt nur, wenn es regnen will in die Häuſer, fliegt niedrig und ſetzt ſich auch blos an die Beine, ſo wie ſie drauſſen auf der Weide ſich an die Füße des Viehes zu ſetzen gewohnt iſt, das daher (bei nahendem Regen) ſo unruhig wird und aufſtampft. Auch Hunde, Füchſe, Katzen, Haſen, Eichhörnchen, Kaninchen und Igel werden von Flöhen mehr geplagt, wenn Regen bevorſteht, als wenn trübes Wetter ſich in heiteres verkehrt und der Sandfloh (Pulex penetrans) plagt Menſchen und Thiere des mittleren Amerika am heftigſten, wenn nach anhaltender Trockniß tiefes Gewölk baldige Entlaſſung wäßriger Niederſchläge verkündet. Zu ähnlichen Zeiten reiben ſich die Pferde, Maulthiere, Eſel, ſchütteln die Köpfe und ſchnuppern in die Höhe, während die letzteren viel ſchreien, Schweine (auch wenn ſie kurz zuvor gefüttert waren) gierig freſſen und viel wühlen, Hunde unruhig werden, herumlaufen, ſcharren und Gras freſſen (letzteres thun ſie jedoch auch, wenn große Hitze einem Gewitter vorangeht, daß in einigen Stunden zur Ausbildung gelangt) Katzen ſich putzen, Maulwürfe emſiger graben, der Dachs das Loch ſucht ꝛc. — Nicht ſowohl bei nahendem Regen, als vielmehr bei bevorſtehendem Sturme (vorzüglich Gewitterſturm) werden unter allen Meerthieren die Delphine (Delphinus Phocaena und D. Delphis; wahrſcheinlich auch andere Arten) am meiſten unruhig. Jene Schiffer, welche den Ocean befahren, nehmen jedoch für ein mehr ſicheres Zeichen eines bevorſtehenden Sturmes das Flüchten des, meiſtens in offener freier See fern vom Lande auf Klippen lebenden Sturm- oder Ungewittervogel's (Procellaria pelagica) zu den Schiffsmaſten*). — Bei im Bilden begriffenen Gewittern zeigen übrigens die meiſten höheren Thiere

*) Es iſt dieſes derſelbe Vogel, deſſen die Einwohner der Fåröer ſich ſtatt einer Lampe bedienen, indem ſie durch ſeinen ſehr fetten Körper einen ſtarken Docht ziehen und deſſen oberes Ende anzünden.

mehr oder weniger Furcht vor der Gewalt der Natur, die ſie, wie bei Erdbeben, nicht ſelten antreibt, aller ihnen ſonſt natürlichen Scheu zuwider, ihre Zuflucht zu nehmen zu dem Menſchen. Unter den Hausthieren zeigt der Hund die Entwickelung des Gewitterproceſſes unter andern auch dadurch an: daß er ſtärker ausdünſtet und ſeine Ausdünſtung an Widrigkeit bis zum Unleidlichen ſich ſteigert, daß er heulend umherirrt, ängſtlich zu ſeinem Herren kriecht (wie die Katze unter gleichen Umſtänden zur Herrin ſchleicht) und erſt ſtille wird, wenn er ſich in deſſen unmittelbaren Nähe weiß *). Der vom Menſchen den Thieren auferlegte Zwang, dem ſie als Hausthiere von der Geburt an unterworfen ſind, ſo wie jede ſpätere Zähmung und Ausübung von ſog. Kunſtfertigkeiten entfremdet ſie übrigens mehr und mehr der Natur und beraubt ſie damit auch im ähnlichen Verhältniſſe des Vorgefühls der Witterung**); es täuſchen daher die Hausthiere oft, die ungezähmten, frei lebenden hingegen, wenn ſie nur ſorgfältig genug beobachtet werden, ſehr ſelten; darum ſind Jäger, Feldbauer, Fiſcher, Hirten (ſofern ſie nicht lediglich das ihnen anvertraute Vieh im Auge behalten) oftmals ſehr richtige Deuter bevorſtehender Wetteränderung; die erſteren vorzüglich auch in Beziehung auf früheres oder ſpäteres Eintreten des Wechſels der Jahreszeiten (des früher oder ſpäter eintretenden, milden oder ſtrengen Winters ꝛc.), in ſofern ſie aus dem Eintritt der ſolchen Wechſel begleitenden Aenderungen der Hautbedeckung — z. B.

---

*) Auch dem geſunden Menſchen verkünden Gewitter ſich häufig durch ungewohnte, mehr oder weniger unangenehme Gefühle; Trägheit und Minderung der Befähigung zu geiſtigen, wie körperlichen Arbeiten, Spannung der Sehnen und die Mattigkeit, der ſich nicht ſelten ein Gefühl von Hitze beigeſellt, ſie ſind es, durch die der Menſch an ſich erfährt, was es ſagen will: geladenen Wolken gegenüber als Theil der entgegengeſetzten Ladung bietenden Erdoberfläche mit in den elekriſchen Spannungsproceß gezogen zu werden; vergl. oben S. 166 dieſer Bemerkung.

**) Die Thiere, auch die der niedrigeren Stufen, werden durch Erfahrung klug. Als Kapt. Flinders (im Carpentariabuſen Neuholland's) die Pellewinſeln beſuchte, fanden er und ſeine Genoſſen die dortigen ſchwarzen Fliegen nichts weniger als ſcheu, indem dieſe ſich mit derſelben Sorgloſigkeit auf jeden Theil des Körpers der Engländer, wie auf einen Baum niederließen; aber ſchon nach einigen Tagen hatte die gegen ſie gerichtete Verfolgung ſie eben ſo ſcheu gemacht, wie es die europäiſchen Fliegen ſind. — Im Winter mindert ſich übrigens nicht nur das Vorgefühl der zu dieſer Jahreszeit beobachtbaren Thiere beträchtlich, ſondern ſchwindet bei mehreren ganz bis zum Wiedereintritt der wärmeren Jahreszeit.

aus dem Erneuern der Haare bei Säugthieren, den Mauſern der Vögel ꝛc. auf die Nähe des Jahreszeitenwechſels ſchließen; indeß ſind auch dieſe Schlüſſe, zumal wenn ſie die Strenge oder Milde des bevorſtehenden Winters betreffen, nie untrüglich; ſey es, weil der Menſch nicht genau genug beobachtet, oder auch: weil das Wetter oftmals dauernd in andere Werthe überſchlägt, als jene waren, welche zuvor die Aenderung der Hautbedeckung herbeiführte.

16) Keines von denen im Vorhergehenden namhaft gemachten Thieren, verkündet aber in ſo hohem Grade von Täuſchung entfernt die nächſtkommende Witterungsänderung, ſoweit dieſe mit dem Wechſel im Waſſergas- und Waſſerbläschen-Gehalt der Luft zuſammenhängt, als die Spinne. Die beſten Beobachtungen über dieſelben verdanken wir Quatremère D'Isjonval, der als holländiſcher General im Jahr 1787 verhaftet wurde, und während 8½ jähriger Haft mit den Spinnen ſich befreundete. Dieſe Thiere genau beobachtend, ihre Naturtriebe und Verhalten ſorgfältig ſtudirend, kam er bald zu dem Ergebniß: daß ſie zu denen bei weitem am wenigſten trüglichen Wetterpropheten gehören und kommende Witterung auf Dauern von 10 bis 14 Tage mit ziemlicher Beſtimmtheit vorausſagen laſſen. Behufs dieſes Studiums wußte er die Spinnen ſo an ſich zu locken, daß einmal, zu Ende des Herbſtes, ſeine Wohnung mit 4000 Spinngeweben geziert war. Obgleich die meiſten Spinnen zur Winterszeit ſich verkriechen, gelang es ihm dennoch, während derſelben ſtets einige munter zu erhalten. Er ſagte den für das damalige Schickſal von Holland ſo entſcheidenden ſtrengen Januarfroſt (1795), den der milden Witterung gemäß, die zur Zeit ſeiner Wetterverkündigung herrſchte Niemand ahndete, mit ſo großer Beſtimmtheit voraus, daß er den Tag beſtimmte, an welchem das Eis ſtark genug ſeyn würde, die franzöſiſche Armee ſammt ihrem Artilleriepark zu tragen; Mittwochs den 14. Januar traf, ſeiner Vorausſagung entſprechend, kalter Wind ein, Donnerstags fror es, und Freitags den 16. Januar befreieten ihn ſeine Landesleute (die Franzoſen) aus ſeiner Haft zu Utrecht. Den 20. trat Thauwetter ein, was den 100,000 Franzoſen, die das Eis paſſiren ſollten, furchtbar ſeyn mußte; allein Quatremère D'Isjonval war ſeiner Sache ſo gewiß, daß er eine ſeiner beſten Spinnen in einem Glaſe dem General Van Damme übergab, um ſie zur Beruhigung des Generals Pichegrü nach dem Haag zu ſenden, damit derſelbe aus deren Wachſeyn und Spinnluſt ſich Beruhigung entnehmen möge, die dieſem dann auch durch den eintretenden Froſt ward. (Im Jahr 1812 ſcheint keine Wetterprophezeihung der Art laut geworden zu ſeyn.) Quatremère D'Isjonval bezeichnet die zuverläſſigſten der von ihm beobachteten wetterverkündenden Spinnen durch Araignées pendices *), aber es

*) Vergl. Sur la découverte du rapport constant, entre l'apparition ou la disparition, le travail ou le non tra-

giebt auſſer der Kreuzſpinne (Epeira crucigera) mehrere Arten von Spinnen, welche ihr Netz ſenkrecht weben, doch iſt wahrſcheinlich dieſe Art es vorzüglich geweſen, welche jene Dienſte leiſtete. Sie iſt von denen in Deutſchland lebenden die größte, in Häuſern und Gärten ſehr gemein, und erſcheint im September und October völlig ausgewachſen. Die Eier findet man in gleichgroßen, dickhäutigen Beuteln an Mauern befeſtigt und nochmals mit lockerem Gewebe umwickelt. Die Mutter ſtirbt, nachdem ſie dieſes letzte Gewebe geſponnen hat; die Jungen kriechen im März aus, ſind dann blaßgelb, halten ſich drei Tage hindurch ruhig, häuten ſich, laufen davon, und ſpinnen ſchon Netze wie die Alten *). Dieſe zeichnen ſich durch 2 an den Seiten nach vorn befindliche Höcker, rothbraunen Bauch, weißes Rückenkreuz mit 3 Paar Tupfreihen aus, deſſen Querbalken aber durch einen Strich gebildet iſt. Wenn das Wetter regnig oder windigtrüb iſt, legen ſie die Endfäden, woran ihr ganzes Gewebe hängt, ſehr kurz an; je länger ſie dieſe Fäden ſpinnen, deſto ſicherer läßt ſich

---

vail, le plus ou le moins d'etendue des toiles ou des fils d'attache des araignées des différentes espèces; et les variations atmosphèriques du beau-temps à la pluye, du sec à l'humide, mais principalement du chaud au froid, et de la gelée à glace au véritable dégel; par le citoyen Quatremère D'Isjonval. (Haag bei van Cleef, franz. u. holländiſch. 190 S. 8.) Daraus: Quatremère D'Isjonval's Araneologie ꝛc. A. d. Franz. der 2. Aufl. Frankfurt a. M. 1798. 8. und eine andere Ueberſetz. Berlin und Leipz. 1799. 8., deren noch mehrere erſchienen ſind.

*) Die Spinnenfäden ſind das Erzeugniß der Spinndrüſen, die in Form meiſtens verzweigter Schläuche faſt den ganzen Bauch füllen. Der Spinnwarzen ſind vier. Jede derſelben beſteht aus 2 einſchiebbaren Gliedern, deren äußeres wie ein Seiher durchlöchert iſt, mit dem daher auf einmal eine Menge Fäden gezogen werden, die ſich verbinden. Aus 4 ſolchen Fäden entſteht erſt der fertige Gewebsfaden. In den Oberkiefer befinden ſich die im Klauenloche ſich öffnenden Speichelblaſen; ſie beſtehen aus mehreren Spiralfaſern, zwiſchen denen eine Haut ausgeſpannt iſt, alſo völlig wie bei den Luftröhren und den Spiralgefäßen der Pflanzen, und wie die Seidengefäße der Weidenraupe. Der Spinnen-Speichel iſt für Mücken ſehr giftig, indem dieſe faſt augenblicklich ſterben, wenn ſie von den Spinnen nur in den Fuß geſtochen ſind. Die Spinnenklauen gleichen auch ganz den Giftzähnen der Schlangen, Oken a. a. O. II. 411 ff. Aus Spinngeweben und beſonders aus dem Eiergeſpinnſte der Kreuzſpinne hat man manchmal Zeuge verfertigt; oben S. 161.

heiteres Wetter erwarten; mißt man daher die beobachtete kürzeſte und größte Länge, und theilt dieſes Maaß in mehrere Längengrößen, ſo kann man ſich für die Dauer des Wetters (von 1 — 14 Tage) eine Art Skale entwerfen. Quatremère D'Isjonval fand das größte, ein heiteres Wetter von 15tägiger Dauer verkündende Gewebe gleich 34 Fuß im Durchmeſſer. Im Allgemeinen läßt ſich annehmen: je gleichförmiger die Spinnen weben, und je größer ihre Gewebe ausfallen, um ſo dauernder iſt das eingetretene gute Wetter; beeilen ſie ſich ſehr und genügen ihnen die Fertigungen kleiner Geſpinnſte, ſo iſt nur auf kurze Zeit heiterer Himmel zu erwarten, verlaſſen ſie dieſelben um ſich zu verkriechen (ſie können ſämmtlich ſehr lange faſten) um ſo mehr hat man lange andauernden Regen zu befürchten, zerreiſſen ſie plötzlich ihre Geſpinnſte: ſo ſind regneriſche Stürme, Gewitter ꝛc. im Anzuge. Bei veränderlichem Wetter legen ſie die Endfäden nicht fern von einander, ſo daß der Durchmeſſer der Gewebe klein ausfällt. Sobald dann gutes Wetter ſich einzuſtellen beginnt, arbeiten ſie ſehr fleißig und erweitern die Anhängpuncte ihrer Endfäden ungewöhnlich. — Im Jahr 1801 erzählte man mir in Berlin, wo ich mich dazumal aufhielt, daß der nun verſtorbene Achard *) bald nach Erſcheinung der erwähnten Schrift, ſich viel mit Spinnen-Beobachtungen beſchäftigt, und Quatremère D'Isjonval's Bemerkungen vollkommen beſtätigt gefunden habe; ich ſelbſt habe es mir, zur Zeit da ich den botaniſchen Gärten zu Heidelberg als Director vorſtand und dort, neben Phyſik, Chemie und Mineralogie auch Botanik lehrte (1810 — 1812), 2 Sommer hindurch zum Geſchäfte gemacht, mehrere Spinnen in meteorologiſcher Hinſicht Tag für Tag zu befragen, und kann aus dieſer meiner eigenen Erfahrung hinzufügen: daß kein Hygrometer und Barometer mit ſolcher Beſtimmtheit während der Monate Mai bis September auf mehrere Tage hinaus das Wetter verkündet als die Spinne, und unter dieſen hauptſächlich die Kreuzſpinne; vielleicht, indem ſie nicht nur mittelſt der Augen vom Lichtwechſel und durch die Feuchtziehung ihrer Fäden vom Waſſergaſe, ſondern mehr noch vom Elektricitäts-Verkehr der Luft Zeugniß erhält: durch jene beiden palpenartigen, ein- oder dreigliedrigen Spitzen, die, von Manchen für Spinnwarzen gehalten, neben den eigentlichen Spinnwarzen hervortreten. Auch v. Oeynhauſen fand jene Beobachtungen vollkommen richtig, zugleich aber auch, daß zur erwünſchten Empfindlichkeit der Spinnen für Wetteränderungen es Hauptſache ſey: die Spinnen faſten und ihnen nicht merken zu laſſen, daß man ſie beobachtet.

---

*) Achard hat ſich, wie man mir erzählte, und wie zum Theil aus ſeinen Schriften hervorgeht, mehrere Jahre hindurch viel mit Luftbeobachtung in meteorologiſcher Hinſicht beſchäftigt, und unter andern auch lange vor Wollaſton (oben S. 98) die thermometriſche Höhemeſſung ſtatt der barometriſchen empfohlen: vergl. Lichtenberg's Magazin III. 163 ff.

Auch darf man ſie, was ſich von ſelber verſteht, auf keine Weiſe ſtören; je weiter alsdann die Spinne vorne in ihrem Neſte ſitzt, und je weiter ſie ihre Vorderbeine herausſtreckt, um ſo länger kann man auf gutes Wetter rechnen. Je weiter ſie ſich aber mit umgekehrtem Leibe hinten ins Loch verkriecht, deſto anhaltend ſchlechter wird das Wetter. Die großen oder alten Spinnen zeigen das Wetter (gemäß gewonnener Erfahrung?) weit genauer als die jungen an. Wegen vorfallender Zufälligkeiten aber iſt es nöthig, mehrere zu beobachten. Die Frühſtunden ſind dazu die tauglichſten. Wenn man um 10 Uhr die Spinne im Mittelpunkte ihres Netzes antrifft, und ſie daſſelbe mit ihren Füſſen rüttelt, ſo iſt einer der ſchönſten Tage zu erwarten. Gilberts Ann. XL. 214.

17) Auch jene Spinnen, welche den ſog. kommenden und (gewöhnlicher) fliehenden Sommer, auch fliegenden Sommer, oder Mädchen- und Altweiberſommer, Mariengarn Märienfäden ꝛc. genannt (franz. Filets de St. Martin, Cheveux de la Ste Vierge; engl. Gossamer) bereiten, dienen in ſofern zum Wetterverkünder, als das frühe Erſcheinen deſſelben im März (gewöhnlich gegen Ende März, oder Anfang April — im mittleren Deutſchlande) heiteren Frühling ohne Nachfröſte (d. i. ein Frühling, worin der von dem Landmann gern geſehene Märzenſtaub erſcheint; indem dann das Wetter ſo warm und trocken ſich hält, daß ſanfte und laue Süd-Südoſt, oder S. SW-Winde den Staub der Erde aufwühlen) voranzeigt, während ſeine Widerkehr im Spätherbſt gemeinhin heitere Tage gegen Ende Octobers und in der erſten Hälfte des Novembers verſpricht. Was das Erſcheinen des fliegenden Sommers betrifft, ſo verdanken wir darüber dem verſt. Bechſtein die erſte richtige Erklärung, ſo wie er denn überhaupt gezeigt hat: daß dieſe Gewebe Fäden von Spinnen und nicht etwa atmosphäriſche Erzeugniſſe, oder verdichtete Pflanzenausdünſtungen ſind; vergl. Voigt's Magaz. VI. 1. B 53. Er beſchreibt die kleine Feldſpinne (von der Größe eines Nadelkopfes), die ihn webt unter der Benennung fliegende Sommerſpinne, Aranea obtextrix (A. textoria? Siehe Oken II. 420 a. a. O.) ziemlich genau. Auf ihrem länglichen Vorderkopfe liegen im Kreiſe herum 8 graue Augen (2, deren jedes viertheilig iſt?) hierin einigermaaßen einigen Epeira Arten ähnelnd: der Hintertheil des Körpers iſt eirund, der Körper ſelbſt glänzend ſchwarzbraun, die Füſſe von mittlerer Länge und gelblich; das ganze Thier mit einzelnen Haaren beſetzt. In Wäldern, Gärten und Wieſen, wo die Eier unverletzt und ungeſtört ausgebrütet werden können, kommen ſie zuerſt Anfangs October zum Vorſchein, und breiten ſich von da über das ganze Feld aus, ſo daß man ſie den ganzen October hindurch bis in die Mitte Novembers auf dem trocknen Boden von ganz Deutſchland, ja wohl von ganz Europa antrifft, und, da ſie ſich auſſerordentlich vermehren, zuweilen ganze Gegenden davon wimmeln. Die Jungen ſind unausgewachſen nicht größer als die Stecknadelſpitzen, ſchwarz mit gräulichen Füßen. Zu Anfang October, wenn deren

noch ſehr wenige den Eiern entſchlüpft ſind, bemerkt man im Sonnenſchein nur einzelne Fäden ihres Geſpinnſtes (nicht: Gewebes; denn ſie ſtricken kein Netz), die ſie von Halm zu Halm und Zweig zu Zweig ausſpannen; Mitte Octobers wird aber ihr Geſpinnſt ſchon merklicher und in der letzten Hälfte findet man (wenn man eine Lage wählt, welche Wahrnehmung der von den Fäden geſpiegelten Sonnenſtralen zuläßt), Zäune, Wieſen, Saat, Stoppeln ꝛc., wie mit feinem weißen Flor dicht überzogen. Ohne den von ihnen reflectirten Sonnenſchein iſt ein einzelner dieſer Fäden unſichtbar, und nur wenn deren 6 verbunden ſind, werden ſie im reflectirten Wolkenlichte dem Auge wahrnehmbar. Wenn des Morgens nach vorangegangenem Reif ein ſchöner heller Tag folgt, ſind dieſe Spinnen beſonders thätig; am meiſten aber in den Mittagsſtunden, von 12 — 2 Uhr. Schon gelinder Luftzug zwirnt die zarten Fäden zu dickeren zuſammen, Windſtöße reißen dieſe los und machen ſie in der Luft ſchweben; nicht ſelten werden von ſolchen Fäden die Spinnen mit fortgeriſſen (jedoch verflechten ſich auch andere Spinnen in dieſe Gewebe, ohne an deren Fertigung Theil zu haben). Oftmals findet man darin ausgehölte Hülſen von Mücken und Blattläuſen, die ſich darin fiengen und von den Spinnen ausgeſogen wurden. Sie ſelbſt gewähren aber denen, um dieſe Zeit ihren Wanderzug antretenden Lerchen, von denſelben begierig geſuchte Nahrung. Solange die Fäden noch nicht der Reifkälte ausgeſetzt waren, erſcheinen ſie klebrig und mehr oder weniger grau; ſobald Reif ſie traf, ſind ſie weiß und oftmals blendend weiß. — Mehrere dieſer Spinnen überwintern in gegen Kälte ſchützenden Verſtecken, und kommen dann im Frühling bei dem erſten, etwas anhaltend gutem Wetter (zu Ende März, oder Anfang April's) zum Vorſchein: Wieſen, noch ſtehende Stoppeläcker, Hecken und Buſchwerk überſpinnend, deren Fäden vom Winde losgeriſſen und zuſammengedreht den kommenden Sommer bilden. Man ſieht um die genannten Jahreszeiten nur Mittags die Spinnen an ihrem Geſpinnſte arbeiten, auſſerdem aber findet man ſie zwiſchen abgefallenen Laub und Erdklüften ſitzen, und zwar vorzugsweiſe Weibchen, welche hier ihre Eier legen. Strack, damals Lehrer in Halle, jetzt in Düſſeldorf, ſammelte von Bechſtein's A. obtextrix eine Menge in einem Zuckerglaſe, in das er ein Stück Raſen gelegt hatte; die Spinnen fiengen ſogleich an zu arbeiten und in wenigen Stunden war das Glas nach allen Richtungen mit weißen Fäden durchzogen. Als der Raſen im Glaſe anfieng trocken zu werden, und er ihn mit Waſſer beſpritzte, kamen die Spinnen eilig herbei, und ſogen die an den Fäden hängenden Tropfen mit ſichtbarer Gierigkeit ein. So auch Milch. Andere, welche trocken eingeſperrt blieben, ſtarben nach 14 Tagen.

18) Teed in Lanceſter beobachtete eine hieher gehörige Erſcheinung an der Kreuzſpinne (A. diadema; dieſe iſt aber die oben S. 173 unter E. crucigera beſchriebene; Oken II. 418). Er ſah ſie im Mittelpunkte ihres Gewebes auf Inſekten lauern, hob ſie mittelſt einer Ruthe fort und hielt ſie ſchwebend gegen die Sonne. Die

Spinne

Spinne ließ ſich 3′ tief herab und bald *theilte* ſich ihr Hängfaden in 5 — 6 andere feine, halb ſo lange Fäden, die an dem oberen Ende frei waren und vom Winde bewegt wurden. Das Ende eines dieſer Fäden blieb an der Spitze eines Baumzweiges hängen; die Spinne verſuchte darauf mit einem ihrer Hinterbeine, ob er hafte, und da T. ihre Abſicht merkte, bewegte er die Ruthe bis zum Erſtraffen dieſes Fadens. Sogleich kletterte die Spinne mit vieler Leichtigkeit längs deſſelben auf den Baum. T. widerholte den Verſuch unter der Abänderung, daß er das Anhaften des flatternden Fadens an einen Zweig verhinderte; der Wind trieb ihn nun fort und — er wurde nun immer länger, indem immer mehr davon aus dem Leibe der Spinne ſich entwickelte. Der Faden wurde auf ſolche Weiſe 30 Fuß lang; endlich erreichte er eine Mauer, haftete daran und ſogleich lief die Spinne auf denſelben zur Mauer. Es folgt hieraus, daß Fäden, welche der ſog. fliegende Sommer darbietet, ihre Verlängerung erhalten: durch den *Wind*, der ſie der Spinne *entzieht*, während ſie ſelbſt dabei *Spinnenſaft heraus treibend* mitwirkt. Wie aber dieſe Fäden ſich ſofort trennen, wie ſie aus dem Spinnenkörper hervortreten? das läßt T. unerklärt; *Gilbert's* Ann. XL. 212 ff. Wahrſcheinlich, weil, wie oben bemerkt wurde (S. 173 Anm.) nicht ein Faden, ſondern gleich mehrere eng nebeneinander herausgetriebene und an der Luft bis zum Aufgehobenſeyn der Seitenklebrigkeit erhärtete Fäden hervorkommen, die auseinander ſpreitzen, ſo wie das wenige Waſſer, was ſie bis dahin aneinander hielt, verdampft iſt?

19) Auch die *Blutegel* (Blutigel) ſind vor 20 Jahren (philoſ. Magaz. 1809; G. a. a. O. 215) als Wetterpropheten empfohlen worden, und in der That erſcheinen ſie hiezu tauglich im nicht geringen Grade, wenn man ſie nur geſund erhält. P. empfiehlt dazu folgendes Verfahren: Man bringt nur wenige derſelben in ein Achtunzenglas, füllt letzteres nur ⅔ hoch mit *Quellwaſſer*, und belegt den Boden deſſelben mit weißem Sande oder Moos. Da die Blutegel nur durch Ausſchwitzen ausleeren, und die dabei von ihnen gehende Materie ihren Leib, wie eine Haut umſpannt, ſo würde dieſelbe bald die Hautporen verſtopfen und ſo für das Thier tödtlich werden, wenn man nicht Sand ꝛc. beigegeben hätte, an welchem es ſich dieſer Hülle entreiben könnte, die, ſolchergeſtalt abgelöſt im Waſſer umherſchwimmt; das alle Wochen erneuert werden muß, und nicht viel kälter ſeyn darf, als die Innentemperatur der Flaſche iſt; bei 10 — 12° R. ſcheinen die Blutegel am beſten zu gedeihen. Liegen ſie *am Boden* des Glaſes *ſtill*, ausgeſtreckt oder gewunden, aber ohne Bewegung, ſo zeigt dieſes im *Sommer* helles und *ſchönes Wetter* an, im „Winter" hingegen „trockne Kälte;" halten ſie ſich hingegen im *oberen Theile* des Waſſers auf, ſo *regnet* es oder *ſchneiet* es in den nächſten 24 Stunden. *Bewegen* ſie *ſich mit Schnelligkeit*, ſo verkündet das *Wind*, und ſelten kommen ſie dann eher zur Ruhe, als bis der Wind ſehr ſtark geworden iſt. Hält ſich der Blutegel *lange auſſer dem Waſſer*

auf, und bemerkt man an ihm heftige und zuckende Bewegungen, ſo iſt ein Gewitter im Anzuge. (Geſunde Blutegel in friſches Waſſer geworfen, bewegen ſich darin lebhaft, kranke ſinken darin zu Boden; ſolche müſſen für ſich allein in einer Flaſche mit Waſſer aufbewahrt werden, bis ſie wieder munter erſcheinen. Haben ſie Blut geſogen, ſo beſtreuet man ihr Maul, aber nur dieſes — denn andere Theile werden davon angegriffen — mit etwas feinzerriebenem Kochſalze, und widerholt dieſes ſo oft, als ſie darauf noch Blut von ſich geben. Man wäſcht ſie dann in Quellwaſſer ab und bringt ſie in eine ſaubere Flaſche mit friſchem Sande, Moos und Waſſer. Die Flaſchen, worin man Blutegel aufbewahrt, verbindet man mit Leinwand, oder mit von Nadelſtichen durchlöcherter Thierblaſe).

20) Nicholſon theilt in ſeinem Journal (daraus überſetzt in G's Ann. XLIV. 294 ff.) das Schreiben eines ungen. Engländers mit, enthaltend mehrere Vorzeichen der künftigen Witterung, aus dem wir hier — als Ergänzung des bereits in dieſer Hinſicht Mitgetheilten noch Nachſtehendes folgen laſſen. Es zeigen an:

A) Naſſes, windiges Wetter: von der See oder ſüßen Wäſſern dem Lande zueilende „Seevögel,“ dem Waſſer zufliegende (es aufrührende, ſich darin waſchende) „Landvögel.“ Regen ſteht zu erwarten a) wenn Enten, Gänſe ꝛc. untertauchen, ſich ſchütteln, waſchen, und dabei häufig ſchreien, Saatkrähen in Haufen fliegen und plötzlich verſchwinden, Elſtern und Holzheher in Haufen und mit vielem Getöſe fliegen, Raben und Haubenkrähen des Morgens, Krähen des Abends ſchreien, Reiher und Rohrdammeln niedrig fliegen und zu ihren Neſtern eilen, Hühner die Hühnerſtange und Tauben ihr Haus ſuchen, kleine Vögel ſich zu bücken und im Sande zu baden ſcheinen, Waldfinken frühe in der Nähe der Häuſer ſingen, Rothkehlchen ſich in ähnlicher Nähe traurig zeigen und Eulen ungewöhnlich ſchreien; b) wenn Hunde bellend murren, Wölfe heulen, Füchſe bellen, Rothwild, Schaafe und Ziegen ſpringen, ſich ſtreiten oder ſtoßen, Kälber heftig rennen oder Luftſprünge machen, zahmes Vieh gegen Mittag nach der Luft ſchnappt und Ochſen Luft durch die Naſe einziehen, nach Süden ſehen, oder ihre Hufe belecken, während ſie auf der rechten Seite liegen; c) wenn Spinnen aus ihrem Gewebe fallen, Fliegen taumelnd und unruhig ſind, Fröſche und Kröten in der Nähe von Häuſern gefunden werden und Mücken mehr als gewöhnlich toſen; d) wenn die Sonne trübe und neblig aufgeht, oder bei ihrem Aufgange unter ihren Stralen rothe und wenig leuchtende (ſchwärzliche) gemengt erſcheinen; oder wenn ſie mit trüber und düſterer Farbe, oder roth aufgeht und dann ſchwärzlich wird, oder hinter einer dunklen Wolke untergeht und der Himmel dann in Oſten geröthet erſcheint. Erſcheinen Sonne und darauf Mond und Sterne mehr und mehr (von Tag zu Tag und von Nacht zu Nacht) dunkler und trüber, ſo läßt ſich für eine Beobachtung der Art ein 6ſtündiger Regen, für mehrere Tage dauernde Wahrnehmungen ein mehrtägiger Landregen mit großer Wahrſcheinlichkeit voraus ſagen

(plötzliche Regen ſind nie von langer Dauer.); e) wenn der Mond blaß ſcheint, oder ſeine Hörner beim erſten Aufgange ſtumpf hervortreten und ſo verbleiben 1 — 3 Tage; der Regen dauert dann muthmaaßlich das Mondesviertel hindurch. Ein Hof um den Mond mit Regenbogenfarben und bei Südwind, verkündet Regen für den folgenden Tag; eben ſo Südwind in der dritten Nacht nach dem Mondwechſel. Herrſcht Südwind, und iſt der Mond nicht vor der vierten Nacht ſichtbar, ſo regnet es den größten Theil des ganzen Monats. Vollmond im April und Neu- und Vollmond im Auguſt bringen meiſtentheils Regen. (In Deutſchland gilt es faſt durchgängig als Regel: daß mit dem Neumond das gute und mit dem Vollmond das ſchlechte Wetter vorübergeht; indeß ſtehen der Regel, zumal in ſumpfigen Gegenden viele Ausnahmen zur Seite.) Nebenmonde ſind meiſtens Vorläufer ſtarker oder lange andauernder Regen, großer Fluthen und Ueberſchwemmungen. — Hat der Mond 4 Tage nach dem Neumonde ſcharfe Hörner, ſo verkündet er den Seeleuten Sturm, ausgenommen wenn er von einem geſchloſſenen Kreiſe umgeben erſcheint; es iſt alsdann nicht eher ſchlechtes Wetter zu vermuthen, bis Vollmond eintritt. Erſcheint er ſehr vergrößert, oder von rother Farbe, zeigen ſich die Hörner ſcharf und ſchwärzlich, oder umringt ihn ein röthlichgelber Hof, ſo darf man auf windige Witterung rechnen. Iſt der Hof doppelt, oder erſcheint er mehrfach getheilt, ſo ſteht Sturm bevor. Zur Neumondszeit ändert ſich der Wind meiſtens; f) wenn die Sterne groß, trübe und blaß ſcheinen, oder nicht funkeln, oder wenn farbige Ringe ſie umgeben, ſo deutet dieſes auf Regen, und iſt im Sommer der Wind öſtlich, während die Sterne der ſcheinbaren Vergrößerung unterliegen, ſo hat man plötzlichen Regen zu erwarten; g) wenn Wolken bei eintretender Windſtille ſich häufen und verdichten, felſen- und thurmförmige Aufſchichtungen gewährend, oder wenn ſie aus Süden (für uns aus SW. und W.) kommen, oder ihren Zug oft ändern, oder Abends in Menge in NW. zu ſchauen ſind, ſo kommt bald darauf Regen. Ziehen ſie von Oſten herbei, ſo giebt es in der darauf folgenden Nacht, kommen ſie von Weſten, ſo bringt der folgende Tag Regen. Viele flockige Wolken, wie Wolle aufgelockert, von Oſten kommend, bringen 2 — 3 Tage lang Regen. Lagern ſie ſich zur Mittagszeit reihenweiſe in SW., wie Furchen oder Hügelketten, ſo erfolgt Nachts darauf heftiger Sturm oder Regen. Ziehen ſie hin und her, oder erſcheinen ſie plötzlich aus S. oder W., roth oder mit Röthe in der Luft begleitet (vorzüglich am Morgen) oder ſtehen ſie in NW. bleifarben, ſo deutet dieſes auf Wind. Einzelne Wolken bezeichnen die Richtung deſſelben, durch die ihres Zuges. Erſcheinen ſie klein, weiß und zerſtreuet in NW., Makrelen-artig, bei hochſtehender Sonne, ſo zeigt dieſes zwar für die Dauer des Tages ſchönes Wetter, aber auch häufig für den 2ten oder 3ten Tag darauf Regen; h) wenn nach langer Dürre Regenbogen ſichtbar werden, ſo verkünden dieſe plötzliche und ſchwere Regen; herrſcht Grün in ihm vor, ſo darf man auf mehr Regen zählen, iſt „Roth“ in ihm überwiegend, ſo zeigt dieſes „Wind“ an. Nehmen dabei die Wolken

an Dicke zu, ſo mehrt ſich der Regen; ſcheint er durchbrochen, ſo verkündet es Sturm; zeigt er ſich Mittags, ſo hat man viel Regen und iſt er in W. ſichtbar: ſtarken Regen mit Donner zu erwarten. In England hat man bemerkt: daß, wenn die letzte Woche des Februars und die erſten 14 Tage des März ſehr regnig ſind, und um dieſe Zeit der Regenbogen nach einander mehrere entſtehen, der kommende Frühling und Sommer naß ausfällt. Ein doppelter Regenbogen zeigt ſchönes Wetter zur Zeit bald nach ſeinem Erſcheinen, aber Regen in wenigen Tagen; i) wenn Nebel von Berggipfeln angezogen wird (die Berge rauchen); man hat dann in 1—2 Tagen Regen zu erwarten. Steigt d. Nebel bei „trockner Witterung" ungewöhnlich ſchnell, ſo erfolgt plötzlicher Regen; zeigt er ſich im Neumonde, ſo verkündet er häufig Regen für die nächſte Zeit nach dem Vollmonde und umgekehrt läßt dieſer auch wiederum Regen im nächſten Neumond erwarten. Ein nebliger weißer Schein bei klarem Himmel in SO., iſt ſtets ein Vorläufer von Regen; k) wenn Lauten- und Violinſaiten ſpringen, gepappte Mappen naß werden, Salz ſich feuchtet, Flüſſe ſinken, Fluthen plötzlich abnehmen, Lampen- oder Kerzenflammen merklich funkeln und von Höfen umgeben erſcheinen, Teiche ſich trüben und ſchlammig werden, ſtehende Gewäſſer gelben Schaum entlaſſen, Löwenzahn oder Pimpernell ſich aufſchließen, der Klee in der Stengelgegend ſchwillt, während er ſeine Blätter ſinken läßt, in allen dieſen Fällen iſt mit Wahrſcheinlichkeit Regen zu erwarten, Wind hingegen: wenn die See bei Wellenruhe murmelt, Gehölze und Felſen murmelndes Geräuſch verbreiten, Blätter und Federn bei nicht windiger Luft ſich bewegen, Flammen zitternd und ſchwankend erſcheinen, Steinkohlen weiß mit einem murmelnden Getöſe brennen, und Fluth und hoher Thermometerſtand zuſammenfallen, oder wenn es Morgens bei hellem Himmel donnert, oder der Donner ſich von Norden hören läßt. — Dieſen Anzeigen kann man noch hinzufügen: α) es deutet auf Regen oder Schnee, wenn die Sonne Waſſer zieht; der Regen tritt gewöhnlich nach einigen (höchſtens 12 — 18) Stunden ein, der Schnee oft erſt nach einigen Tagen; β) es ſteht Wind oder Sturm zu erwarten, wenn die Sonne weder rothgelb, noch rein feuerroth, ſondern kupferroth untergeht. Uebrigens läßt der Verfaſſer obiger Anzeigen noch unter dem Titel der Anzeigen von Aufhören des Regens und Nachlaſſen des Windes Wetterregeln folgen, die mit mehr Recht zu dieſer Abth. A) gehören, indem ſie nicht das Beenden, ſondern das Anhalten (Fortdauern) deſſelben beſtimmen, nämlich: fängt es mit, oder 2 Stunden nach Sonnenaufgang an zu regnen, ſo regnet es meiſtens den ganzen Tag fort und hört erſt ſpät auf; beginnt es von Süden her zu regnen und dauert der begleitende heftige Wind 2 — 3 Stunden lang fort, ſo ſteht wenigſtens 12ſtündige Andauer des Regens zu befürchten, jedoch endet derſelbe in der Regel noch vor Ablauf von 24 Stunden.

B) Kalte Witterung und Froſt werden angezeigt durch das frühe Erſcheinen der Meerälſtern, Staare, Krammetsvögel

und aller Zugvögel, (für unſere Gegenden beſonders der Schneegänſe, ſowie denn auch für das nördliche und nordöſtliche Deutſchland ꝛc. das frühe Kommen der Schwäne, das frühe Wegziehen der Kraniche und für den ganzen nördlichen Theil der alten Welt, England ausgenommen, das ſüdwärts — bis Afrika ſich fortſetzende — Ziehen der Störche, der Schnepfen, Kybitze ꝛc.). Eben ſo durch das frühe Erſcheinen kleiner Vögel in Schwärmen und der Rothkehlchen in der Nähe der Häuſer, für uns beſonders jenes der Goldamſeln, die in der Regel im Mai kommen und ſchon im Auguſt über Malta nach Afrika wandern; des Buchfink oder Rothfink, der uns milde Winter verkündet, wenn er bei uns bleibt und der Wetterwechſel anzeigt, wenn er ſtatt des lockenden Jak, Jak, Jak, oder des ſeltenen Fink, Fink ſein ſchnarrendes trif, trif, pfeiſt; der Feldlerchen die frühe kommend, oft ſchon im Februar den Frühling verkünden, und frühe — im September — abziehend kalten Spätherbſt voranzeigen; der Schneeammern die den Norden Europens ſchon im Auguſt verlaſſen, um den Winter hindurch in Deutſchland zu weilen, wenn ſchon im Spätherbſt Winterkälte folgt; der gemeinhin im April kommenden Nachtigallen ꝛc. (wie aber eine Schwalbe noch keinen Sommer macht, ſo auch eine Lerche noch keinen Frühling, eine Weindroſſel keinen Herbſt und einige Schneegänſe oder auch Schwäne keinen Winter). — Harten Wintern gehen gewöhnlich voran feuchte und kalte Sommer und milde Herbſte; auch deuten darauf hin: Ueberfluß von Kreuzbeeren, Hahnebutten und Haſelſtrauch-Blüthen, und Freiſeyn der Eichbäume von Inſekten.

C) Zu anſteckenden Seuchen geeignete Witterung bieten dar die von trocknen und kalten Südwinden bewegte Luft, naſſe Frühlinge, denen trockne Sommer folgen; Sommertrockne bei Nordwind mit darauf folgender Herbſtnäſſe bei Südwind und windſtille, große Hitze im Frühling. Beſitzen Wurzelgemüſe einen ſüßen eckelhaften Geſchmack, während der Wind lange Zeit ſüdlich ohne Regen war, ſind übelriechende Gaſe in der ruhigen Sommerluft gewöhnlich (vorzüglich merkbar bei eintretender Luftfeuchte) mehren ſich Inſekten und Würmer, Heuſchrecken, Schlangen und Fröſche im Uebermaaß, ſo bilden ſich auch leicht aus: Contagien und Miasmen.

D) Dürre; folgt gewöhnlich, wenn bei ſchönem Wetter der Südwind wenigſtens eine Woche hindurch anhält. Je nachdem der Februar größtentheils regnig oder durchgehends ſchön iſt, hat man einen regnigen oder trocknen Frühling und Sommer zu erwarten. Folgt nach 24 ſtündigem trocknen ſchönen Wetter — Wetterleuchten, ſo pflegt es gewöhnlich ſehr trocken zu werden; geſchieht dieſes aber innerhalb 24 Stunden, ſo kann man ſtarken Regen erwarten. (In warmen Sommern, wie z. B. der des Jahres 1811 war, d. i. in Zeiten, wo es ihnen in ihrer Heimath zu heiß wird, kommen die in Afrika, am Mittelmeer und ſüdlich am kaspiſchen Meere wohnenden, prachtvollen Flamingo's, Phoenicoptorus ruber, an den Rhein, bis Strasburg, und ſogar bis nach Franken; ebenſo, wie die

ſchottiſche Rothganz, Anas bernicla in ſehr kalten Wintern vom tiefſten Norden kommend nicht in Schottland, ſondern in mehr ſüdlich gelegenen Ländern überwintert.)

E) Aufthauen tritt ein: Wenn bei SWind der Schnee breitflockig fällt, das Eis Riſſe und Sprünge erhält, die Sonne dunſtig ſcheint, Sterne düſter ſchimmern, der Wind ſehr veränderlich iſt und vorzugsweiſe ſüdlich wird. Sind October und November ſchneereich und kalt, ſo pflegen Januar und Februar heiter und milde zu ſeyn.

F) Hagel: Voranzeige gewähren Weiße ins Gelbe ſpielende Wolken, die ſich ſtarken Windes ungeachtet langſam und ſchwer bewegen. Iſt der Himmel in Oſten vor Sonnenaufgang blaß, und erſcheinen in dicken Wolken gebrochene Stralen, ſo iſt ſchwerer Hagelſchlag zu erwarten. Weiße Wolken im Sommer ſind Zeichen von Hagel, im Winter von Schnee; vorzüglich wenn die Luft ein wenig warm iſt. Erſcheinen im Frühling oder Winter die Wolken von blauweißlicher Farbe, während ſie ſich ſehr ausbreiten, ſo hat man entweder Graupeln (kleine Hagel) oder Glatteis zu befürchten. (Die Hagelwolken gehen gewöhnlich kurz vor ihrer Entladung ſehr tief, höchſtens 400′ von der Erde aufwärts, erſcheinen aufgedunſen, am Rande zerriſſen und an ihrer Oberfläche von unregelmäßigen Hervorragungen bedeckt; ſind ſie ſehr dicht und beträchtlich verbreitet, ſo zeigen ſie ſich einige Zeit vor der Entladung, während ſie nahe die größte Senktiefe erreicht hatten, graulichweiß, ins Blaßröthlichgraue ſpielend.)

G) Nahe Gewitter (vorzüglich Regen-ſpendende) verkündet der Himmel an Sommerabenden, durch aufſchießende Meteore (Lichtſäulen?), durch Spalten oder Riſſe in der Erde und durch Aufthürmung weißer, an den Unterſeiten ſchwarzer, hügelförmiger Wolken (eine mit ihrer Spitze auf die andere) in Sommer- oder Herbſtzeiten, in denen der Wind 2 oder 3 Tage ſüdlich weht und das Thermometer hoch ſteht. Steigen zwei ſolche Wolken auf, an jeder Seite eine, ſo iſt die große Nähe des Gewitters auſſer Zweifel. (Ebenſo die alte Regel: ſticht die Sonne, ſo folgt ein Gewitter. Ueber die Aenderung der Himmelsſchau S. 148, durch ungleiche Wolken- und Luftelektricität überhaupt; ſiehe weiter unten. Am häufigſten donnert es (in England) bei SWind, am ſeltenſten bei OWind.

H) Nachlaſſen des Windes verkündet ein plötzlicher Regenguß, nach heftigem Windestoben. Wenn das Waſſer brauſt, oder wenn der Eisvogel (wohl nicht Alcedo Ispida, ſondern wahrſcheinlich der oben S. 170 erwähnte Sturmvogel?) noch während des Sturmes zur See fliegt, oder die Maulwürfe aus ihren Höhlen hervorkommen, oder die Sperlinge frölich zwitſchern, See- und Flußfiſche häufig aufſteigen und nahe der Oberfläche ſchwimmen, und vorzüglich Delphine (oben S. 170), wenn ſie während des Sturmes

Waſſer hervorſpritzen, ſo darf man baldiger Beendung des Sturmes mit Vertrauen entgegenſehen.

J) Eintritt ſchönen Wetters läßt ſich erwarten: a) wenn Nebel, der nach dem Regen fällt, ſchnell verſchwindet, und wenn Nebelbläschen an der inneren Seite der Fenſterſcheiben ſich zeigen; im letzteren Fall darf man für den zugehörigen Tag heiterer Wirkung entgegenſehen; allgemeiner Nebel vor Sonnenaufgang, um die Zeit des Vollmondes, voranzeigt ſie auf 14 Tage; weißer Nebel, der nach Sonnenuntergang oder vor Sonnenaufgang von Gewäſſern und Wieſen aufſteigt, verkündet warmes und heiteres Wetter für den folgenden Tag. —— (Eine Wetterregel lautet bei uns: drückt die Sonne den Nebel nieder, ſo bekommen wir ſchönes Wetter, ſteigt er hingegen nach Sonnenaufgang auf, ſich in den Höhen verbreitend, ſo folgt den Nachmittag Regen. Iſt nemlich die obere Luft frei von Nebelbläschen, ſo verwandelt die Sonnenwärme jene der unteren Schichten theils in Waſſergas; theils ſinken die übrigen in dem entſtandenen leichten Waſſergaſe, ſo wie in der durch rückgeſtralte Wärme ausgedehnten, und dadurch aufſteigenden, unteren Luft zu Boden und verwandeln ſich ſo in kurze Zeit hindurch weilenden und näſſenden Nebelthau; d. i. in den S. 154 Bem. 4 erwähnten näſſenden Nebel); b) wenn nach langem Regen ein Regenbogen ſich zeigt *), oder wenn die Farben deſſelben lichter werden; mehr noch: wenn er plötzlich verſchwindet. Erſcheint er des Morgens, ſo folgt etwas Regen, dann aber gut Wetter, wird er zur Nachtszeit ſichtbar, ſo darf man ſchönes erwarten; ebenſo wenn er ſich Abends in Oſten zeigt; ſ. oben S. 180; c) wenn im Herbſte nach dem Erſcheinen eines Nordlichtes das Wetter fortfährt ſchön zu ſeyn 2 Tage lang, ſo iſt wenigſtens noch 8 Tage hindurch heiteres Wetter zu erwarten; d) wenn bei Sonnenuntergang die Wolken einen goldenen Saum haben, oder an Umfang ſich mindern; oder bei geringem Umfange niedrig ziehen, weiß und in Nordweſt Makrelen-artig zerſtreuet erſcheinen (oben S. 179), während die Sonne hoch ſteht; e) wenn die Sterne in großer Menge und hellglänzend ſich zeigen und viele Sternſchnuppen erſcheinen, ſo darf man im Sommer auf heitere Tage, im Winter auf Froſt rechnen; f) wenn der Mond glänzende Flecken darbietet, oder bei Vollmond von einem lichten Hofe umſäumt erſcheint. Treten ſeine Hörner den 4. Tag geſchärft hervor,

---

*) „Und ſoll hinfort keine Sündfluth mehr kommen, die die Erde verderbe. Und Gott ſprach: Das iſt das Zeichen des Bundes, den ich gemacht habe zwiſchen mir und euch, und allem lebendigem Thier bei euch hinfort ewiglich. Meinen Bogen habe ich geſetzet in die Wolken, der ſoll das Zeichen ſeyn, zwiſchen mir und der Erden. Und wenn es kommt, daß ich Wolken über die Erde führe, ſo ſoll man meinen Bogen ſehen in den Wolken.“ Genesis Cap. IX. v. 11 — 14.

ſo bleibt das Wetter ſchön bis zum Vollmonde; ſind ſie aber ſtumpf beim erſten Aufgehen des Mondes, oder innerhalb 2 — 3 Tage nach dem Wechſel, ſo ſteht zwar in dieſem Viertel Regen bevor, dagegen aber ſchönes Wetter die übrigen drei Viertel. Heller Mondſchein drei Tage nach dem Wechſel oder vor dem Vollmonde, verkündigt jederzeit ſchönes Wetter. Heller und glänzender Mondſchein verkündigt jederzeit heiteres Wetter; g) wenn hellem Sonnenuntergange ein nicht minder heller Sonnenaufgang folgt, oder auch: wenn beim Aufgange der Sonne die ſie umſtehenden Wolken nach Weſten ziehen. Schönes und beſtändiges Wetter verſpricht auch regenbogen-farbener, ungetheilter Hof um die aufgehende Sonne, der nach allen Seiten hin gleichmäßig verſchwindet, und ebenſo: wenn die Sonne hell und nicht heiß aufgeht, nachdem ſie unter röthlichen Wolken untergegangen war, gemäß dem alten Sprüchworte: rother Abend und grauer Morgen, bringen einen ſchönen Tag (dagegen: Morgenroth Abendkoth); h) wenn Horniſſen, Weſpen und Johanniswürmchen Abends in großer Anzahl erſcheinen; letztere verkünden vorzüglich für die nächſte Zeit: eben ſo angenehm warme als heitere Tage (ſo auch der leuchtende Vielfuß); i) wenn Weihen, Reiher und Rohrdommeln hoch und mit lautem Geſchrei fliegen, Kibitze nicht ruhen und viel ſchreien, Sperlinge toſen, Habichte und Sperber des Morgens laut ſchreien, die Lerche, ſo wie das Rothkehlchen hoch anſteigen und ſingen, Eulen mit leichtem und hellem Tone ſchreien und Fledermäuſe „früh“ Abends flattern; ſ. oben S. 168.

21) Ueber die Aenderung der Himmelsſchau (S. 145 §. 195) durch vulkaniſche Erzeugniſſe; ſ. oben S. 149 u. I. 60 ff. u. 69 ff. — Auffallend ſind übrigens die Höhen, bis zu denen vulkaniſcher Rauch aufſteigt, und innerhalb welchen er ſich über ganze Länder verbreitet, wenn er, wie z. B. 1783, den größeren Theil von Europa's Himmel andauernd trübt, ſo daß unter ihm Gewitter, und wäßrige Meteore aller Art zu Stande kommen, unbeſchadet ſeiner Selbſtbehauptung. Welche Gaſe in dieſen Rauchtheilchen verdichtet erſchienen, woraus der feſte Kern jedes Einzeltheilchen beſtanden habe, und welche Urſache den aus der Summe dieſer Einzeltheile erzeugten Hehrrauch jener Zeit hervorrief? Für dieſe und ähnliche Fragen giebt es leider keine Antwort *).

---

*) Auffallend iſt für die Kunde der Erdbeben des genannten Jahres nicht ſowohl, als vielmehr für die Entwickelung des ſie betreffenden Vorgefühls, was in dieſer Hinſicht der Superintendent Ziehen am Ende des Jahres 1780 der damaligen „Churfürſtlich-Braunſchweig-Lüneburgiſchen hohen Landesregierung zu Hannover,“ ſo wie auch der „Hochfürſtlich-Braunſchweig-Wolfenbüttelſchen Regierung zu Braunſchweig“ ſchriftlich übergab, und bald darauf“ allgemein mit Neugier,

§. 200.

Die Luft unſerer Zimmer hat gewöhnlich eine Temperatur von 18° — 20° C. und iſt ſtets ſehr reich an Waſſergas: in Folge unſeres Athmens und unſerer Ausdünſtungen; zur Winterszeit wird ſie durch die kälteren Fenſterſcheiben *) fortdauernd abgekühlt und in Ländern, deren

---

Aufmerkſamkeit und Erſtaunen geleſen und in Abſchriften mitgetheilt wurde.“ Ziehen ſagte in jenen Angaben voraus: für den von ihm beſtimmten Zeitpunkt (nämlich im Februar ꝛc. 1780 ꝛc.) und für die von ihm angezeigten Gegenden, die erſten eintretenden Erderſchütterungen des Jahres 1780, welche Deutſchland und die Schweiz trafen, ſo wie, allgemein auch, die ſpäteren Erdbeben der folgenden Jahre; man muß indeß bei dieſen und ähnlichen Fällen unterſcheiden: was als Vorgefühl zur erſten Vorausſagung den Erdwetterpropheten trieb, und was derſelbe in Folge ſolchen (ſich nicht bewußten) Antriebes daraus machte, in ſofern er als moderner Aſtrolog hinzutrat und für Beobachtungsergebniß nahm (und daraus Kommendes folgerte), was nicht in der Zukunft, ſondern nur in ſeinem Wahn-erfüllten Kopfe wirklich wurde; vergl. Nachricht von einer bevorſtehenden großen Revolution der Erde ꝛc. Fkft. und Leipz. 1783. 8.

*) Wenn die Fenſterſcheiben bereits ſehr ſtark mit Eis belegt erſcheinen, zeigen die Zimmermauren häufig noch gar keinen Waſſer- geſchweige denn Eisbeſchlag; woher dieſe ſcheinbare Anomalie? Ohne Zweifel a) weil das Glas dünner iſt und daher von Auſſen eher abgekühlt wird, als die dickere Mauer; b) weil die poröſe Mauer, mit ihrem Inhalt von unbewegter, in erzwungener Ruhe beharrender, und als ſolche — wie Graf Rumfort gezeigt hat, ſehr ſchlecht (oder vielleicht gar nicht) Wärme-leitender, und mit nicht viel mehr Wirkungsgröße-Wärme durch Mittheilung verbreitender Luft, den Verkehr der Temperatur der Innen- und Auſſenluft mehr hindert, als das kaum porös zu nennende Glas; und c) weil die rauhen Oberflächen der Mauer um ihre Theilchen (hierin der Kohle, dem Platinſchwamm ꝛc. entfernt ähnlich wirkend) verdichtete beharrliche Gaſe enthält, welche erſt hinweggeſchoben werden müſſen, wenn es ſich bei ihnen überhaupt von Abkühlung des Zimmer-Waſſergaſes, oder von hyproſkopiſcher Waſſeranziehung handeln ſoll. Bleibt dagegen ſolches Zimmer, deſſen Fenſter ſchon gefroren ſind mehrere Tage hindurch ungeheitzt, ſo beſchlagen auch die Wände mit Reifblättchen und es mindert ſich dagegen das Eis der Fenſter, weil erſtere

Klima nicht merklich milder als das von Deutſchland iſt, reicht dieſe Abkühlung hin, das gaſige Waſſer nicht nur an den Innenflächen dieſer Scheiben bis zur tropfbaren Flüſſigkeit zu entwärmen, ſondern auch bei hinreichender Auſſenkälte, es in Eis zu verwandeln. Iſt jedoch die Zimmerluft ſehr trocken, ſo beſchlagen die Fenſter nicht mit Eis, wenn auch der Temperaturunterſchied dieſer und der Auſſenluft ſehr beträchtlich iſt; hingegen alsbald: wenn man eine Schale mit warmen Waſſer ins Zimmer bringt, durch deſſen Verdunſtung die Luft deſſelben das Maximum ihres Waſſergasgehaltes erreicht; weil es bei ſolcher Dichte und damit verknüpftem, möglichſt geringem Gehalt an Vergaſungswärme (je dünner das Waſſergas iſt, um ſo größer iſt ſeine Wärmecapacität und um ſo mehr enthält es gebundene Wärme) nur kleiner Wärme-Entziehungen von Seiten des kälteren Körpers (hier des Glaſes der Fenſterſcheiben) bedarf, um

nach und nach von Auſſenher durch und durch kalt werden, und letztere während deſſen Eis verdunſten, deſſen Glas dann von den eisarmen, oder eisleeren, viel Fläche darbietenden Mauerwänden bis zur Eistemperatur abgekühlt und in Folge ihrer Adhäſion zum kalten Waſſer und werdenden Eiſe um ihre Theilchen verdichtet wird. — Wechſelt im Winter, oder in den erſten Tagen des Frühlings die Temperatur der Auſſenluft zu Gunſten größerer Erwärmung derſelben, ſo findet man es gewöhnlich in ungeheitzten, gegen freie Luft abgeſperrten Aufenthaltsorten kälter, als in der freien Luft; man ſagt dann: Die Kälte ſchlägt aus (wiewohl man in ſolchem Falle richtiger ſprechen würde: Das Eis ſchlägt aus, oder am meiſten treffend die Kälte ſchägt ein), es verdampft dann nemlich theils das von der Mauer zuvor eingeſogene Waſſergas, und nimmt zu ſeinem Werden einen Theil der Mauerwärme hinweg, theils wird die Mauer von Auſſen her entwärmt durch Beförderung der Wärmeentſtralung, durch zunehmende Klarheit des Himmels. Auch kann es wohl der Fall ſeyn, daß in geheitzten Zimmern es in ſolchen Zeiten etwas, jedoch nur für kurze Dauer kälter wird, weil die Mauern von dem der Zimmerluft zuvor entzogenen Waſſergaſe einen Theil ihren Auſſenflächen haarröhrchenartig zuführen, wo es nun — auf Koſten der Mauerwärme — nach Auſſen (in die freie Luft hinein; zumal wenn dieſe von Winden bewegt iſt) vergaſet.

ſehr merkliche Mengen von ihn berührenden Waſſergaſes nicht nur bis zur Nebelbläschen-Bildung, ſondern auch bis zu deren Verdichtung zu Tropfen und Umwandelung derſelben in Reifblättchen (d. i. in Eisfiguren der gefrornen Fenſterſcheiben) zu entwärmen.

§. 201.

Es wirket das Glas der Fenſterſcheiben in dem beſchriebenen Falle ſowohl, als in allen: wo Glas als hygroskopiſche Subſtanz benutzt wird, allerdings nicht lediglich als Wärmeentführer, ſondern, wenigſtens in den erſten Augenblicken und für das Waſſer der erſten (dünnſten) Fenſtereisſchichten zugleich auch kraft ſeiner Anziehung zum Waſſer (oben S. 136) hingegen kaum in Folge ſeiner Wärmeentſtralung, indem es nur anfänglich von der es treffenden Stralwärme des Zimmers einen (den größeren) Theil zurückwirft, ohne ihm Eingang in ſeine Subſtanz zu geſtatten; ſpäterhin fällt dieſe letztere, verneinende Wirkung zum Theil wieder weg, weil das Eis, mit ſeinen ungleichen Oberflächen-Theilchen weniger ſpiegelt, als das Glas (oben S. 137). Zu einem Zurückbehalten des durch Abkühlung, und mehr noch: des durch Anziehung der Waſſerſubſtanz gefällten Waſſers in ſo hohem Grade, wie dort beim Glaſe, dazu kommt es nun freilich nicht: bei den Materien der beſſeren Hygrometer, und am wenigſten bei dem gehörig bereiteten Haarhygrometer; indeß läßt doch auch dieſes ſein Waſſer nicht wieder eben ſo leicht (mittelſt Entdunſtung) fahren, als es daſſelbe zuvor angezogen hatte; auch mehrt ſich der Dunſtbläschenbeſchlag des Metallringes am Daniell-Körner'ſchen Thermohygrometer im nächſtkommenden Augenblicke nicht ebenſo geſchwinde, als der erſte, ſeiner Dünne wegen dem unbewaffneten Auge noch gar nicht merkbare Anflug ſich daran abſetzte *). Für die Folgerungen aus der

*) Vergl. oben S. 79. — Das von Körner vereinfachte Daniell'ſche Thermohygrometer beſteht, ſeiner neueſten Ein-

Beſchaffenheit des letzteren Inſtruments iſt dieſer Zeitunterſchied ohne Einfluß, nicht aber für jene, welche man von den Feuchtigkeits-Aenderungen des erſteren ableitet: um zu erfahren, bei welchem Wärmegrade die Luft mit ihrem Waſſergasgehalt (mit dem Waſſergaſe, das ſie ſchon enthält) ihr Feuchtigkeits-Maximum erreicht habe?

§. 202.

Iſt dieſe Frage durch das Hygrometer beantwortet, ſo iſt es damit auch die nach dem Verhältniß des Waſſergasgehaltes der Luft bei der gegebenen Temperatur zu ihrer Dehnkraft, dadurch aber auch die: nach jener Temperatur, bis zu welcher die Luft abgekühlt werden kann, ohne etwas von ihrem Waſſer in ungaſiger Form (als Dunſtbläschenmaſſe, oder als Tropfen; als Nebel, oder als Regen) zu entlaſſen und mithin auch jene, für den Meteorologen nicht minder wichtige, nach der Menge von Waſſergas, die ſie neben derjenigen, welche ſie ſchon in ſich birgt, noch aufzunehmen vermag; vergl. oben S. 78 ff. u. 98 ff. Denn es ſteht, wie ſchon früher (a. a. O.) nachgewieſen wurde, der Waſſergasgehalt, oder die ſog. Luftfeuchte, genau im Verhältniß mit der jedesmaligen Lufttemperatur; ſo daß ein und dieſelbe Menge Waſſergas die Luft z. B. bei einer Temp. von 5° C. in den Zuſtand des Maximums der Luftfeuchte verſetzen kann, während ſie dieſelbe

---

richtung nach, aus einem Thermometer mit unterem um- und aufwärts gebogenem Kugelende, deſſen Kugel in Mouſſelin gehüllt und von einem Metallringe umfaßt iſt. Tropft man nun auf den oberen Theil der Mouſſelinhülle ein wenig Aether; ſo wird das Thermometer (in Folge entſtehender Verdampfungskälte) fallen — und zwar um ſo tiefer: je mehr verdünnt das Waſſergas der umgebenden Luft war, oder, was daſſelbe ſagen will: je weniger Waſſer die Luft — bevor der Metallring mit Dunſtbläschen beſchlägt (naßkalt wird: oben S. 135) enthält. Hinſichtlich des Gebrauchs des älteren Daniell'ſchen Inſtruments ſ. K. X. 210 ff.

Luft bei 20° C. ganz trocken erſcheinen läßt. Da nun bei dem Haarhygrometer (ſo wie überhaupt bei jedem durch Waſſeranziehung wirkendem Luftfeuchtemeſſer) die aus der Luft aufgenommene Waſſermenge abhängig iſt von zwei einander entgegengeſetzten Hauptwirkſamkeiten, nämlich von der Anziehungskraft des Haares zum Waſſer (wie dieſelbe nach Maaßgabe der geringen und daher für dieſes Inſtrument unberückſichtigt zu laſſenden Entſtralung und Leitung der Wärme geregelt erſcheint; ſ. oben S. 143) und von der Ausdehnſamkeit des Waſſergaſes (oben S. 136), die erſtere dieſer Wirkſamkeiten aber um ſo kleiner wird: je mehr Waſſer bereits angezogen worden, und die andere um ſo größer: je weiter die Dehnkraft des Waſſergaſes von ihrem Maximum fernt, ſo würde man jenes Verhältniß, welches obwaltet zwiſchen den Graden des Hygrometers und der Dehn-, Tenſions- oder Spannkraft des Waſſergaſes im Voraus berechnen können, wenn man jenes Geſetz kennte, nach welchem die Anziehung der hygroſkopiſchen Subſtanz zum Waſſer der Luft abnimmt: nachdem dieſe Subſtanz bereits beſtimmbare Mengen von Waſſer aufgenommen hat. Allein dieſes Geſetz iſt zur Zeit noch unentdeckt. Man war daher genöthigt, auf ein Verfahren zu ſinnen, welches (befolgt) in den Stand ſetzt: mittelſt Verſuchen zu erreichen, was die theoretiſche Unterſuchung bis jetzt, jener Mangelhaftigkeit wegen, noch nicht zu gewähren vermochte.

§. 203.

Aus dem in den §§. 181 (S. 63 ff.) und 182 (S. 94), ſo wie §. 185 (S. 134 ff.) Entwickelten geht nämlich hervor: daß der jedesmalige Haarhygrometerſtand abhängig iſt von der verſchiedenen (größeren oder geringeren) Leichtigkeit, mit welcher das atmosphäriſche Waſſergas von dem in daſſelbe getauchten Haare entgaſet und das ſolcher Geſtalt zur Tropfbarkeit gebrachte Waſſer eingeſogen wird. Es wird

aber dieſe Leichtigkeit nicht beſtimmt von der abſoluten Größe der Spannkraft des Waſſergaſes, ſondern lediglich von dem Verhältniß dieſer Spannkraft zu dem Maximum derſelben für die statthabende Lufttemperatur; ein Verhältniß, mit dem mithin die Angaben des Hygrometers (die von ihm angezeigten Grade) in nächſter Beziehung ſtehen. Zahlenwerthlich beſtimmter iſt dieſes Verhältniß durch die (relative, oder verhältliche Waſſergas-Spannkraft zu benennende) Größe $\frac{e}{e'}$ (vergl. §. 184 S. 134), woraus denn zugleich der eigentliche Feuchtigkeitszuſtand der Luft nachgewieſen wird.

§. 204.

Zur Löſung der am Schluſſe des ehevorigen (202 ten) §. ausgeſprochenen Aufgabe fragt es ſich nun: in wieweit des Hygrometers einzelne Grade und Gradtheile proportionirt ſind dem Feuchtigkeitsgrade $\frac{e}{e'}$? Um hierauf zu antworten, ſtellte Gay-Luſſac (und auch Prinſep) Verſuche an, bei denen er von dem Erfahrungsſatze ausgieng: daß Waſſerdampf, gebildet aus wäßrigen Salzlöſungen, geringere Spannkraft beſitzt, als Waſſergas erzeugt aus reinem Waſſer. Gay-Luſac bereitete mehrere dergleichen Löſungen, maaß die Spannkraft der daraus entbundenen Dämpfe bei einer beſtimmten Temperatur (bei 10° C.) *), brachte hierauf ein Sauſſure'ſches Hygrometer

*) Dieſe Meſſungen wurden veranſtaltet nach einem Verfahren, ähnlich jenem, welches Dalton befolgte; m. Experimentalphyſ. II. 643 und das nachgebildet iſt den analogen Verſuchen mit der Mariotte'ſchen Röhre; a. a. O. I. 279. Man bringt nämlich etwas zuvor durch Auskochen möglichſt entluftetes Waſſer in die Torricelliſche Leere einer Barometerröhre und beſtimmt ſo, aus der durch den Gegendruck des in der Leere erzeugten Waſſergaſes erfolgenden Minderung der Merkurhöhe (die durch Vergleichung mit einem anderen, oberhalb des Merkurſpiegels im längeren Schenkel noch die un-

in dieſe Dämpfe, beobachtete deſſen Feuchtigkeits-Anzeige und gelangte ſo zu denen: den Graden dieſes Hygrometers entſprechenden Tenſionen (Spannungen) des Waſſergaſes; der Quotient aus der Tenſion der vorhandenen Dämpfe und dem Maximum derſelben bei Dämpfen: entwickelt aus reinem Waſſer und bei gleicher Temperatur, gab den fraglichen Feuchtigkeits-Zuſtand. (Vergl. Biot's Experimentalphyſ. 2te Aufl. der deutſch. Ueberſ. I. 338 ff.) Auf ſolche Weiſe*) über

---

veränderte Leere beſitzenden, zur Seite hängendem Barometer gemeſſen wird) die Größe der Dehnkraft des erzeugten Waſſergaſes für jede beobachtbare Temperatur; a. a. O. (wo ich unter andern auch bemerke: daß Volta zuerſt durch Verſuche bewieſen habe: daß die Menge der Dämpfe in einem gegebenen Raume bei gleicher Tempeaatur dieſelbe ſey, gleichviel: ob der Raum zuvor leer, oder mit Luft erfüllt worden). — Dalton ſchloß den oberen und größeren Theil einer alſo eingerichteten Barometerröhre in eine weitere Glasröhre ein, deren untere Oeffnung durch einen mit Fett getränkten Pfropf waſſerdicht verſchloſſen worden war. Er füllte dann dieſe weitere Röhre mit Waſſer, dem er durch Zumiſchen von ſiedendem oder kaltem Waſſer die gewünſchte beliebige (zwiſchen 0° und 100° C. fallende) Temperatur ertheilte. Für höhere Temperaturen benutzte er ein Luftthermometer; Gilbert's Ann. XIV. 293). Vgl. oben S. 16 u. ff.

*) Nachdem ſich Gay-Luſſac ein Hygrometer verſchafft hatte, das vollkommen gleichbleibenden Gang hielt, (unter gleichen Bedingungen ſtets zu dem nämlichen Grade ſeiner Eintheilung zurückkehrte) hieng er es in einem großen Glasgefäße auf, das zum Theil mit Waſſer, oder ſtatt deſſen mit einer bekannten Salzlöſung gefüllt war, deren Spannung in der Leere bei gegebener Temperatur er zuvor gemeſſen hatte. Das Aufhängen des Hygrometers bewirkte man dadurch, daß man es an die dem Inneren des Glaſes zugewendete Oberfläche des zum Glaſe gehörigen (aus einer ebenen Glasſcheibe beſtehenden) Deckels befeſtigte. Es wurde nun, bei dem Verſuche ſelbſt, dieſer ſcheibenförmige Deckel luftdicht an den von ihm berührten Mündungsrand des Glaſes gekũttet und gewartet: bis das Hygrometer bei einem gewiſſen Grade ſeiner Skale ſtehen blieb, was erfolgte, wenn der Luftraum des Glaſes über dem Waſſer bei der ſtatt habenden Temperatur mit Waſſergas geſättigt war. Dieſer Grad entſpricht mithin der beobachteten Spannung der Flüſſigkeit, und wiederholt

die Bedeutung mehrerer Hygrometergrade in Kenntniß geſetzt, und dadurch über das von dieſen Graden befolgte Geſetz zur klaren und beſtimmten Einſicht gelangt, erhielt Gay-Luſſac eine Reihe von Ergebniſſen, aus denen Biot durch Interpolation folgende Tabellen herleitete, in denen die unter jenes Maximum der Spannung, welches bei vollkommener Sättigung des Raumes mit Waſſergas eintritt, fallenden Spannungen des Waſſergaſes in Hunderttheilen dieſes Maximums ausgedrückt erſcheinen. Man kann ſelbſt ohne großen Irrthum den Gebrauch dieſer Tabellen auf jede andere Temperatur von 0° C. bis 100° C. ausdehnen, indem man nur nöthig hat, jenes Spannungsmaximum als jenes erforderliche zum Grunde zu legen, welches jeder der gewählten Temperaturen zukommt. Indeß, fügt Biot a. a. O. hinzu, würden dieſe Verhältnißangaben für Temperaturen über 10° C. die Menge der Dünſte etwas zu gering, und für Temperaturen unter 10° C. etwas zu groß beſtimmen.

Spannung

---

man den nämlichen Verſuch — bei der nämlichen Temperatur — für verſchiedene andere, ebenfalls ſchon zuvor bekannte, zwiſchen den Graden höchſter Waſſergasverdünnung (höchſter Lufttrockniß) und größter Waſſergasverdichtung (größter Luftfeuchte, erzeugt durch Sättigung der Luft mit den Dämpfen des reinen, ſalzfreien Waſſers) fallende Spannungsgrade, ſo findet man dadurch eben ſo viele correſpondirende Grade des Hygrometers, die einander ſo nahe liegen, wie man will; Biot a. a. O. Daſſelbe Verfahren läßt ſich, wie aus dem Vorſtehenden ſich ergiebt, mit eben ſo ſicherem Erfolge für alle andere Arten von Hygrometer in Anwendung bringen, und bietet mithin auch zugleich das beſte Mittel dar: um die Wirkſamkeit verſchiedener Hygrometer zu vergleichen, und mithin: um über deren Güte zu entſcheiden; a. a. O.

Spannung des Dunſtes.	Grade des Haarhygrometers.	Spannung des Dunſtes.	Grade des Haarhygrometers.	Spannung des Dunſtes.	Grade des Haarhygrometers.
0	0,00	34	57,42	68	84,06
1	2,19	35	58,58	69	84,64
2	4,37	36	59,61	70	85,22
3	6,56	37	60,64	71	85,77
4	8,75	38	61,66	72	86,31
5	10,94	39	62,69	73	86,86
6	12,93	40	63,72	74	87,41
7	14,92	41	64,63	75	87,95
8	16,92	42	65,53	76	88,47
9	18,91	43	66,43	77	88,99
10	20,91	44	67,34	78	89,51
11	22,81	45	68,24	79	90,03
12	24,71	46	69,03	80	90,55
13	26,61	47	69,83	81	91,05
14	28,51	48	70,62	82	91,55
15	30,41	49	71,42	83	92,05
16	32,08	50	72,21	84	92,54
17	33,76	51	72,94	85	93,04
18	35,43	52	73,68	86	93,52
19	37,11	53	74,41	87	94,00
20	38,78	54	75,14	88	94,48
21	40,27	55	75,87	89	94,95
22	41,76	56	76,54	90	95,43
23	43,26	57	77,21	91	95,90
24	44,75	58	77,88	92	96,36
25	46,24	59	78,55	93	96,82
26	47,55	60	79,22	94	97,29
27	48,86	61	79,84	95	97,75
28	50,18	62	80,46	96	98,20
29	51,49	63	81,08	97	98,69
30	52,81	64	81,70	98	99,10
31	53,96	65	82,32	99	99,55
32	55,11	66	82,90	100	100,00
33	56,27	67	83,48		

Dieſe Tabelle iſt beſtimmt, den Grad des Haarhygrometers finden zu laſſen, wenn man die Spannung des, in der Luft gerade vorhandenen, Waſſerdunſtes kennt. Die Spannung des Waſſerdunſtes, welche bei vollkommener Sättigung Statt hat, iſt durch die Zahl 100 ausgedrückt; die andern geringern Spannungen ſind in Hunderttheilen dieſer als Einheit zu Grunde gelegten Größe angegeben. Wären ſie mithin unter einer andern Form, z. B. in Millimetern Barometerhöhe beobachtet, ſo müßte man ſie mit 100 multipliciren und mit $9^{mm},475$ dividiren, welches das Maximum der Spannung des Dunſtes in Millimetern bei der Temp. von 10°C. iſt.

Grade des Haarhygrometers.	Spannung des Dunſtes.	Grade des Haarhygrometers.	Spannung des Dunſtes.	Grade des Haarhygrometers.	Spannung des Dunſtes.
0	0,00	34	17,10	68	44,89
1	0,45	35	17,68	69	46,04
2	0,90	36	18,30	70	47,19
3	1,35	37	18,92	71	48,51
4	1,80	38	19,54	72	49,82
5	2,25	39	20,16	73	51,14
6	2,71	40	20,78	74	52,45
7	3,18	41	21,45	75	53,76
8	3,64	42	22,12	76	55,25
9	4,10	43	22,79	77	56,74
10	4,57	44	23,46	78	58,24
11	5,05	45	24,13	79	59,73
12	5,52	46	24,86	80	61,22
13	6,00	47	25,59	81	62,89
14	6,48	48	26,32	82	64,57
15	6,96	49	27,06	83	66,24
16	7,46	50	27,79	84	76,92
17	7,95	51	28,58	85	69,59
18	8,45	52	29,38	86	71,49
19	8,95	53	30,17	87	73,39
20	9,45	54	30,97	88	75,29
21	9,97	55	31,76	89	77,19
22	10,49	56	32,66	90	79,09
23	11,01	57	33,57	91	81,09
24	11,53	58	34,47	92	83,08
25	12,05	59	35,37	93	85,08
26	12,59	60	39,28	94	87,07
27	13,14	61	37,31	95	89,06
28	13,69	62	38,34	96	91,25
29	14,23	63	39,36	97	93,44
30	14,78	64	40,39	98	95,63
31	15,36	65	41,42	99	97,81
32	15,94	66	42,58	100	100,00
33	16,52	67	43,73		

Dieſe Tabelle iſt beſtimmt, die Spannungen des Dunſtes, welche den Hygrometergraden entſprechen, zu geben. Wie in voriger Tabelle ſind dieſe Spannungen in Hunderttheilen der Totalſpannung (des Maximums der Spannung) ausgedrückt.

§. 205.

Da die Verdunſtbarkeit und damit die Ausdehnſamkeit (Tenſion; Expanſion; Spannung) des Waſſers abhängig iſt von denen in demſelben gelöſt erſcheinenden fremdartigen Materien, und nur dann am größten erſcheint, wenn das Waſſer am reinſten iſt (oben S. 191 Anm.), ſo wird auch jene Menge Waſſergas, welche aus den verſchiedenen Gewäſſern der Erde fortdauernd entſteigt, nicht lediglich von der Wärme und von dem Luftdrucke, ſondern auch von den Beimiſchungen abhängig ſeyn, die das Waſſer vor ſeiner Vergaſung als tropfbare Flüſſigkeit enthielt, und nur dort (in hohen Breiten), wo es als Eis zur Verdampfung gelangt (darſtellend ein höchſt verdünntes und daher höchſt geringe Spannung darbietendes, die Luft nicht merkbar feuchtendes Gas) wird ſolche Abhängigkeit verſchwinden, weil beim Vereiſen jene Beimiſchungen ausgeſchieden werden; I. 425. Aus dieſem Grunde werden z. B. ſalzreiche Meere (I. 423) weniger Waſſerdampf entlaſſen, als ſie entlaſſen würden, wenn ſie ſalzarm wären, und wo in ſolchen Fällen der Salzgehalt beträchtlich iſt (z. B. im ſog. todten Meere), dort muß dieſer Unterſchied merkbar werden. Auf ähnliche Weiſe wird auch das Waſſer zurückgehalten und in ſeiner Verdunſtbarkeit gemindert, durch die Erdtheile, denen es als Grundwaſſer adhärirt, und es würde Dürre und regenloſe Zeit noch weit furchtbarer wirken, als es manchmal der Fall iſt, wenn der Verdampfung des Bodenwaſſers in der Adhäſion der feſten und in der Miſchungsziehung der gelöſten Bodentheile kein Hinderniß erwüchſe. Auch begreift ſich hieraus, wie es möglich iſt: daß manche Länder 2—3 Jahre lang gar keinen Regen haben können, ohne ihre Vegetation gänzlich einzubüßen; wie ſolches in Einzellanden Afrikas nicht ſelten der Fall iſt. Je länger ſolche Dürre dauert, um ſo mehr mindert ſich die Grundwaſſerverdampfung, weil mit der Minderung der Waſſermenge das Mengenverhältniß der haft- und miſch-

ziehenden, an ſich ſtarren Subſtanz zum Waſſer verändert, nämlich zu Gunſten der erſteren erhöhet, zum Nachtheil des letzteren herabgeſetzt wird; die eingeengten (concentrirten) Salzlaugen ſind es aber, die des größten Wärmezuſatzes bedürfen um zu ſieden und die mithin auch am mindeſten befähigt erſcheinen, die Vergaſung ihres Waſſers zu unterhalten. Auf ähnliche Weiſe ſchützt auch die Natur im Allgemeinen genommen Pflanzen und Thiere gegen das Verſchmachten und Abſterben durch Austrocknen und macht es ſelbſt dem Menſchen möglich, brennende Sandwüſten Tage und Wochen-lang zu durchziehen und zu durchſtreifen, ohne aus Mangel an innerer Flüſſigkeit ausdürend zu erſteifen, weil in allen Lebweſen das Waſſer in ſeiner Verdampfbarkeit mehr oder weniger gemäßigt wird: durch die mit demſelben verbundenen Stoffe. — In wiefern die Spannung des Waſſergaſes auch dadurch vermindert wird, daß andere ihm adhärirende Gaſe (z. B. ſalzſaures Gas) und durch das Waſſer zur Vergaſung gelangte, an ſich fixe Materien (z. E. in der Luft vorkommende Ammonſalze; Kochſalz der Salzſtürme ꝛc. ſ. w. u.) in demſelben mit vorkommen, iſt zur Zeit noch unausgemittelt; beträchtlich kann indeß dieſe Minderung nie ſeyn, ob aber in Zeiten, wo ſolche Vermiſchung des atmosphäriſchen Waſſergaſes höchſt geſteigert erſcheint, ſie dennoch zu klein iſt, um für das Hygrometer abändernd zu wirken — fragt ſich*).

*) Daß ſolche Abänderung bis zur Unmerkbarkeit geringe iſt, beweiſt zugleich: daß das Waſſergas der Atmosphäre weder mit dem Sauerſtoffgas, noch mit dem Stickgaſe und auch nicht mit dem Carbonſäuregas (oben S. 15) in Haft- oder Miſchungsziehung ſteht, und ſich mithin in denſelben durch keine Art von Anziehung gehindert verbreitet; wirkte irgend eines jener Gaſe anziehend auf das Waſſergas, ſo würde dieſes Gaſes Spannung ſich nothwendig, und da die beiden erſten jener Gaſe in überwiegender Menge zugegen ſind, ſehr merkbar verändern. Eben ſo wenig kann es ſich aber auch von Repulſion der genannten Gaſe gegen das Waſſergas han-

1) Wie es dem Waſſer bei dem Vergaſen aus gemiſchten Flüſſigkeiten und dem dadurch herbeigeführten Spannungsmindern (oben S. 190ff. Anm.) ergeht, ſo auch allen andern bei den Temperaturen der Atmosphäre verdampfbaren Flüſſigkeiten*); es ändert ſich ihre Verdunſtbarkeit und damit ihre Spannung durch Zuſatz von anderen, mit ihnen vermiſchbaren Subſtanzen, und es erfolgt in der Regel Minderung derſelben, oftmals in ſehr auffallendem Grade. Aus dieſem Grunde behalten z. B. alle riechbaren Harze und Balſame bei Temperaturen Beträchtliches von ihrem ätheriſchen Oele zurück, bei welchem dieſes längſt gänzlich verflüchtigt wäre, Falls es für ſich der Luftberührung ausgeſetzt erſchiene. So verbreiten Duftblumen und Gewürzpflanzen weit um ſich herum ihr Duft- und Würzgas (von mir unter der Benennung Pflanzenduft als eigenthümliche Brennbaſe charakteriſirt; m. Polytechnochemie I. 292) ohne merklich daran zu verlieren und ſo entwickelt Moſchus, vielleicht unter allen Duft entlaſſenden organiſchen Gebilden das riechbarſte, ein Duftgas von ſo geringer Dichte, daß dieſes bei gewöhnlicher Temperatur für kurze Dauern entwickelt, obgleich ſehr verbreitet und anderen Dingen (z. B. Büchern) Jahre lang anhängend, dennoch keinen Gewichtsverluſt ergiebt, der mittelſt der Wage nachgewieſen werden könnte. Höchſt auffallend iſt jene Spannungsänderung, welche der Alkohol (Weingeiſt) erleidet durch Zuſatz von Waſſer, indem nach v. Sömmerrings (durch Duflos beſtätigten) Beobachtungen, bei der Deſtillation eines dergleichen Gemiſches zuerſt

---

deln, denn auch dieſe müßte nothwendig des letzteren Spannung abändern und zwar entweder hinreichen ſie = 0 zu machen (d. h. allen Waſſerdampf in tropfbares Waſſer zu verkehren) oder die Ausdehnſamkeit (Elaſticität) deſſelben durch Widerſtandsentwickelung bis zur Spannung der repellirenden permanenten Gaſe zu erhöhen; weder das eine noch das andere erfolgt, ſondern das Waſſergas behält ſeine ihm zukommende Tenſion (abgeſehen von den oben gedachten fraglichen Abänderungen) gerade ſo; wie ſie dieſelbe behalten würde, wenn es ſtatt in die Luft, in einen eben ſo großen leeren Raum ſich verbreitet hätte. Es dehnt ſich daher das Waſſergas, und mithin jedes nicht der Miſchung mit den Luftgaſen unterliegende Ausdehnſamflüſſige ſo aus, wie es Dalton von allen ungemiſchten Gaſen behauptet, nämlich nur ſeiner eigenen, aber nicht der fremden Repulſion unterliegend. Vgl. oben S. 96. Bem. 2 ff.

*) Ueber Eisverdunſtung vgl. m. Experimentalphyſ. II. 641. Ueber den Unterſchied zwiſchen ſog. freiwilliger Verdunſtung und der nur gewiſſe Temperaturen erreichbaren, ſammt der hienach zweckdienlichen Eintheilung aller tropfbaren Flüſſigkeiten; ebendaſ. 655.

Waſſergas und wäßriges Alkoholgas und ſpäterhin reines Alkoholgas übergeht; ſ. K. II. 344 und XIV. 291. Moderhaufen, Kloaken, ſtehende Wäſſer ꝛc. verbreiten, zumal bei feuchter Witterung (ſ. w. u.) in beträchtliche Fernen ihre widrig riechenden Gaſe, deren Menge, wenn man ſie dem Gewichte nach beſtimmen könnte, ohne Zweifel ſehr geringfügig ausfallen würde, und würden dieſes in einem für uns noch weit empfindlicheren Grade thun, wenn die Vergasbarkeit ihrer ſtinkenden Gemiſche durch die Anziehung der übrigen Moder ꝛc. Subſtanz nicht ſehr beſchränkt wäre und es nicht in dem Verhältniß „mehr“ würde, je länger die Entwickelung ſolcher Gaſe andauert.

2) Unſer Geruchsorgan wird empfindlicher, wenn ihm Waſſergas von beträchtlicher Dichte und mehr noch: wenn ihm dunſtreiche ſtatt trockner, warmer Luft geboten wird; dieſer Umſtand trägt zu der ſo eben erwähnten Riechbarkeitserhöhung durch feuchte Witterung ohne Zweifel bei. Auſſerdem aber auch a) erhöhete Mitverflüchtigung der riechbaren Subſtanzen im Waſſergaſe (vergl. Walcker's Bem. bei K. X. 366 ff.) und b) chemiſche Einwirkung der die Moder ꝛc. Subſtanz berührenden Nebelbläschen, indem das tropfbare Waſſer dieſer Bläschen zerlegt und ſo neben Kohlenſäure (Humusſäure ꝛc.) Schwefelwaſſerſtoff erzeugt wird. Daher kann die Luft ſehr reich ſeyn an Waſſergas und dennoch verbreiten jene Materien (Moder ꝛc.) nur in ſofern, und daher nur ſehr wenig Stinkgas, als ſie durch ihre Feuchtziehung zuvor Waſſergas zerſetzten, und das Waſſer deſſelben zur Berührung erhielten; bei trüber, nebelreicher und regenſchwangerer Luft hingegen ſehr viel, und nicht ſelten ſo viel: daß man aus dem Eintreten des Fauleiergeruchs der Kloaken, des Leichengeruchs der Kirchhöfe, des Miſtgeruchs friſch gedüngter Aecker und Gärten ꝛc. auf bevorſtehende wäßrige Niederſchläge der Atmosphäre mit ziemlicher Sicherheit zu ſchließen vermag; vergl. K. VI. 244 ff.

3) Wenn Tropfbare ſieden, ſo iſt bei allen die Tenſion ſich gleich (nämlich = der Barometerhöhe) und da alle Gaſe durch gleiche Wärmezuſätze gleichen Dehnungen unterliegen (oben S. 15 und 43, 96 ff., 116 ff.), ſo nimmt auch, bei einer gleichen Anzahl von Graden über ihren Siedepunkt hinaus, die Spannung derſelben gleichförmig zu, und eben ſo auch nach Dalton unter ihrem Kochpunkt durch gleich viel Wärmeminderung um gleichviel ab (woran jedoch Einige, wiewohl ohne entſcheidenden Grund, zweifeln). Es ſieden z. B. Waſſer bei 100° C., Alkohol unter gleichem Luftdrucke (bei gleichem Barometerſtande) bei 78°, Aether bei 39°, und es werden daher die Spannungen der Gaſe dieſer Flüſſigkeiten, und mithin auch die Verdunſtbarkeiten (oder die ſog. Neigungen zur Ausdehnung) derſelben gleich ſeyn, wenn man jede derſelben um gleichviel Wärmegrade abkühlt, und die Tenſion iſt daher bei Waſſer von 80° C. nicht größer und nicht kleiner, als bei Alkohol von 78° und bei Aether von 19°. Es iſt daher auch die Tabelle der Temperatur gemäßen

größten Spannung der Waſſerdämpfe (oben S. 18) für den Dampf jedes anderen flüchtigen Tropfbaren gültig, wenn man nur alle Zahlen der Temperatur um ſo viel Einheiten mehrt oder mindert, als die Temperatur des Siedepunktes der anderen Flüſſigkeit höher oder tiefer fällt. Man hat mithin nur den Siedepunkt der in dieſer Hinſicht zu beſtimmenden Flüſſigkeit an die Stelle des Siedepunktes des Waſſers (z. B. bei 0,76 Met. Barometerſt.) zu ſetzen und dann eine dem Unterſchiede der Siedepunkte beider Flüſſigkeiten entſprechende Anzahl von Graden zu- oder abzurechnen, um, für gleichen Barometerſtand, die Tabelle auch für die andere (und mithin für jede andere, deren Siedepunkt bei 0,76 Met. Bar. bekannt iſt) Flüſſigkeit benutzen zu können *).

§. 206.

Während das Hygrometer durch Zunahme im Erreichen der Grade größerer Luftfeuchte die Nähe bevorſtehenden Regens verkündet, zeigen die Thermohygrometer daſſelbe an: durch die Abnahme des Unterſchiedes der

*) Wie ſich Dampf verhält in Luft, ſo auch verſchiedengearteter, unmiſchbarer Dampf in Dampf, und wo Subſtanzen in waſſergasreicher Luft eher und beſſer verdampfen, als in trockner, da wird ſolche Verdampfungsbeförderung erzeugt: entweder durch Haft- oder durch Miſchziehung (oder wohl immer: durch beide Ziehungen zugleich) des ſchon beſtehenden Waſſergaſes zum werdenden Gaſe der zu verflüchtigenden Subſtanz; das Erzeugniß dieſer Anziehung verbleibt dann aber im gaſigen Zuſtande. — Man kann daher auch bei der Deſtillation zweier mit einander gemengter (aber ungemiſchter) Tropfbaren, wenn man beider Siedepunkte kennt, im Voraus beſtimmen: das relative Volumen, was von ihnen in Gasform übergeht, und iſt auſſer den Siedepunkten auch beider Eigengewicht bekannt, ſo läßt ſich auch die relative Gewichtsmenge, die von beiden überdeſtillirt, voraus beſtimmen, indem man nur nöthig hat die Spannung jeder der Flüſſigkeiten bei dem Siedepunkte des Gemenges mit dem Eigengewichte ihres Gaſes zu multipliciren. — — Uebrigens erhöhen nicht alle Salze den Siedepunkt des Waſſers; wenigſtens läßt ſich erwarten, daß jene, welche mit dem Waſſer gemiſcht (darin gelöſt) es ausdehnen, auch den Siedepunkt deſſelben vertiefen werden; ein Salz der Art bietet der Salmiak (ſalzſaures Ammon), deſſen Löſung ein größeres Volum hat, als die Summe der Raumsumfänge ſeiner ſelbſt und des Waſſers beträgt.

Lufttemperatur und des Naßkältepunktes (oder der Temperaturen des trocknen und des mit Dunſt beſchlagenden Thermometers in Auguſts Pſychrometer) vergl. oben S. 133 —135. Je geringer dieſer Unterſchied, um ſo größer die Wahrſcheinlichkeit für das Eintreten naſſer Niederſchläge. Iſt derſelbe in der milden Jahreszeit Morgens zwar ſehr geringe, nimmt aber von dieſer Zeit an zu, ſo darf man auch für die Dauer des Tages auf trocknes Wetter hoffen, mindert er ſich hingegen (d. h. ſteigen Lufttemperatur und Temperatur des Naßkältepunktes fortdauernd gleichmäßig), ſo regnet es am Abende. Nimmt von Morgen zu Morgen, für jeden derſelben gegen Mittag hin, jener Temperaturunterſchied fortdauernd ab, ſo nähert ſich das atmosphäriſche Waſſergas mehr und mehr dem Maximum ſeiner Dichte und Landregen ſteht zu erwarten; wächſt er hingegen zu den bezeichneten Zeiten, ſo läßt ſich mit ziemlicher Sicherheit bevorſtehende Andauer der trocknen Witterung vermuthen; vorzüglich gelten dieſe letzteren Beſtimmungen für jene Jahreszeiten, in welchen die Gewitter ſelten ſind; daher hauptſächlich für den Herbſt. — Beobachtungen angeſtellt vom 29. Auguſt 1819 bis Ende Mai 1820 gaben, im Mittel, die Luft im December bis Mitte Januar dem Dichtigkeitsmaximum ihres Waſſergaſes am nächſten, obgleich in den Sommermonaten die abſolute Menge des atmosphäriſchen Waſſergaſes größer war; die größte Menge Waſſergas, welche Daniell während der erſten ſechs Monate in 1 engl. Cub. Fuß Luft vorfand, betrug 6,833 engl. Grain; ſie war gegeben den 6ten October 1819 um 4 Uhr Nachmittags; die kleinſte Menge beobachtete er den 8ten Januar 1820 Abends 11 Uhr; ſie betrug 1,030 Grain. Nach dem Mittel aus 178 in den erſten 6 Monaten angeſtellten Beobachtungen, war der oftgedachte Temperaturunterſchied Nachts um 1°,5 F. kleiner als Morgens, und Morgens um 10 Uhr um 3° F. (= 0°,555... C.) kleiner, als Nachmittags.

§. 207.

Die Menge der wäßrigen Niederſchläge (vgl. I. 379 ff.) von einander nicht entfernter Gegenden ſind zwar, ſo weit bisherige Beobachtungen reichen, nicht ſehr verſchieden, aber doch auch nicht vollkommen gleich; jedoch gewinnen ſie dadurch nicht ſelten den Schein großer Abweichungen, daß ſie nicht gleichzeitig, ſondern bei größeren Entfernungen in verſchiedenen Jahreszeiten fallen; wie denn, z. B. für die meiſten Gegenden Europas, die jährlich aus der Luft zur Erde gelangenden Waſſer-Mengen wenig von einander abweichen, während die Zeit ihres Zur-Erde-Gelangens für die weſtlichſten und öſtlichſten, ſo wie für die nördlichſten und ſüdlichſten häufig einander entgegengeſetzt erſcheint; ſo daß z. B. in den einen der Frühling naß und der Herbſt trocken, in anderen umgekehrt der Herbſt naß und der Frühling trocken, wieder in anderen der Sommer regenreich und der Winter regenarm erſcheint, in ſolchen hingegen, welche letzteren entgegengeſetzt (öſtlich, ſtatt weſtlich) liegen: der Winter viel feſtes Waſſer (Schnee), der Sommer dagegen wenig feuchtenden Regen darbietet. Haupt-Zeitunterſchiede dieſer Art bewirken, auſſer den beträchtlichen Fernen der Länder in Beziehung auf Weltgegendrichtung, die Züge der Gebirge und die Beſchaffenheit ihres Geſteines (I. 368), die Zwiſchenlagerung großer Steppen (I. 126 ff.) Seen, Ebben Flüſſe, ſo wie weitausgedehnter feuchtziehender Waldungen (I. 125 Bem. 6; S. 116 und 376 — 382 und 390), die Einſchließung kleiner Seen ꝛc. (I. 376) die Angrenzung des Meeres, ſo wie umgekehrt: das beträchtliche Fernen deſſelben von dem in obiger Hinſicht fraglichen Lande (I. 378, 395 ff.), die Nähe der thätigen Vulkane und zum Theil auch der heißen Quellen (I. 58 ff., 384 ff.), die Waſſerſcheiden, die Fließungsgeſchwindigkeiten der Flüſſe und die Waſſerfälle (I. 366, 383 ff.).

§. 208.

Die abſolute Menge des jährlich, oder, mehr zutreffend, des im Mittel aus einer Reihe von Jahren fallenden, tropfbaren oder feſten Waſſers richtet ſich übrigens, abgeſehen von obigen auf Zeitbeſtimmung des Fallens mehr oder weniger Einfluß übenden Abänderungsbedingungen, hauptſächlich 1) nach der Erdhälfte zu der das Land gehört (ob zur ſüdlichen, oder zur nördlichen; zur weſtlichen oder zur öſtlichen), wo die ſüdlichen Länder im Allgemeinen mehr Waſſerniederſchlag erhalten als die nördlichen: weil in Süden mehr Meer und größere Kälte wirken, als im Norden der Erde (I. 108 ff., 194 ff.), 2) nach dem örtlichen Schutz, den die nördlichen Länder durch ihre Lage gegen die nordöſtlichen und die „ſüdlichen" gegen die „ſüdöſtlichen" Polarſtürme (I. 363 ff.) haben und 3) nach der geographiſchen Breite und dem Höhenabſtande von Meeresfläche. Gemeinhin beträgt nämlich die mittlere jährliche Waſſerniederſchlagmenge um ſo weniger, je tiefer die mittlere Jahrestemperatur iſt, und ſie iſt daher z. B. bei uns — in der Mitte Deutſchlands — *etwas* über fünfmal geringer, als unter dem Aequator, und in Schweden minder bedeutend als in Norddeutſchland ꝛc.; denn je höher die geographiſche Breite, um ſo niederer die mittlere Luftwärme, je niederer aber die Lufttemperatur, um ſo weniger beträchtlich die Verdampfung und damit auch die Wiederverdichtung des verdampften Waſſers zu unausdehnſamem Waſſer, woraus ſich denn zugleich ergiebt: daß die Mengen der wäßrigen Niederſchläge, im Allgemeinen und abgeſehen von örtlichen Störungen, ſich verhalten werden — wie die Höhen der mittleren Luftwärmen; ſo daß alſo wiederum das Thermometer das Fundamentalinſtrument wird zur Ermittelung der Grundbeſtimmungen der Verhältniſſe des Bodens zur Waſſertränkung, dadurch aber: zur Ermittelung der klimatiſchen Beſchaffenheit und dadurch: zu jener der

Fruchtbarkeit der Länder; vergl. I. 309 ff., 318 ff. und 345 ff. und oben S. 78. Für Europa ſind auſſerdem beſonders die weſtwärts vorhandenen großen Waſſermengen entſcheidend für die jährlichen Waſſerniederſchläge.

1) Meiſtens ſind es von Süden oder Weſten herüberſchwimmende Wolken, welche für Europa, zumal für Deutſchland, Italien, Frankreich, England ꝛc. Regen bringen. Hieraus begreift ſich zum Theil: warum Süddeutſchland und Ungarn (dieſſeits der Alpen) weniger Regen hat, als Holland und ein großer Theil Norddeutſchlands; warum das nur etwas mehr ſüdlich liegende Genf zweimal ſo viel Regen hat als Paris, das viel nördlicher gelegene Petersburg weniger als Wien ꝛc. In Paris regnet es im Februar am wenigſten, im Juni am meiſten, ſo wie denn überhaupt der größte Theil des jährlichen Regens im mittleren Europa in der zweiten Jahreshälfte fällt. Je weiter ſüdlich, um ſo weniger Regen im Frühling und Sommer und um ſo mehr im Herbſt und Winter.

2) Nähere Beſtimmungen des Wechſels und der Nacheinanderfolge in jenem Gange, welchen die Regenzeiten und Regenmengen zunächſt für Europa nehmen, haben wir zu erwarten von Kämtz, der für dieſen Zweck bereits viele Beobachtungsergebniſſe der Meteorologen geſammelt und verglichen und daraus Geſammtergebniſſe abgeleitet hat von einer Art, wie ſie in dem Obigen bereits bezeichnet wurden.

3) Jener Abhang eines Gebirges, den die Regenwolke zuerſt erreicht, wird die relativ größte, der entgegengeſetzte Abhang hingegen, zu welchem die Wolke erſt gelangt, nachdem ſie ſchon den größeren Theil ihres Waſſers durch Zerſetzung verloren hatte, die relativ kleinſte Regenmenge erhalten. Waldbedeckte Höhen werden Wolken zur Zerſetzung bringen können, während nakte trockne Anhöhen, mit minder hygroskopiſchen Subſtanzen bedeckt, die Wolke unzerſetzt über ſich hinwegſtreichen laſſen. NW. Wind, der als waſſerreiche kalte Luft der ruhigeren wärmeren, aber auch waſſerreichen Luft zuweht wird in dieſer, von einem Gebirge aufgehalten Regen bewirken, während jenſeits deſſelben Gebirges das gegen den NW. geſchützte Land trockne Luft behält. Eben ſo wird warmer, waſſerreicher SW. einer kälteren an Gebirge gelehnten Luft Waſſergas genug zuführen, um in Wolken verwandelt zu werden, die, ſo wie ſie entſtehen die ganze Gegend bedecken und die, bei weiterer Zuſtrömung naßwarmer Luft die Nebelbläschenbildung ſo ſteigert, daß die Hüllen derſelben ſich berührend ihrer Adhäſion folgen und ſo zu Tropfen zuſammenfließen, während die entgegengeſetzte Gebirgswand, gegen den SW. geſchützt ihre Luftſchicht nicht nur trocken behält, ſondern oftmals wohl gar noch an Trocknung derſelben gewinnt, weil von dieſer Luft — über das Gebirge hinweg — mehr oder weniger in jene an Waſſergas mehr oder minder erſchöpfte Räume wogt,

welche ſich ausgeregnet hatten. Eben ſo kann uns SW. Schnee bringen, wenn er zu ſchon ſehr kalten Luftſchichten wehet und dieſelben mehr oder weniger überzieht, aber auch NW., wenn derſelbe das Waſſergas unſerer wärmeren Luft bis zur Tropfenbildung entwärmt. — Während übrigens der obere Wind die Wolkenentwärmung bis zum Regen herbeiführt und begünſtigt, kann der untere Tropfen-zerſtiebend und vergaſend wirken, und daher den ſchon im Fallen begriffenen Regen mehr oder weniger zum Verſchwinden bringen, und erſt wenn dieſer Wind aufhört, wird der Regen unaufgelöſt und unzerſtreuet die Erde erreichen; daher die alte Regenwetterregel: ſo lange der Wind wehet, regnet es nicht (oder vielmehr: nicht in ſolchem Grade, wie es regnen würde ohne dieſen Unterwind, der, wenn der Wind warm und trocken, oder auch nur ſehr trocken iſt — z. B. SO., oder O., oder NO. — nicht ſelten Waſſergascapacität genug haben kann: um von unten herauf die ganze Wolke aufzulöſen und in Waſſergas zu verwandeln; man ſagt dann mit Recht: der Wind läßt es nicht zum Regnen kommen, und: der Wind hellt das Wetter auf). Uebrigens kann auch O. und NO. Regen und Schnee erzeugen, wenn er hinreichend kalt iſt und die Gegend, der er zuweht, ſchon Waſſergas von großer Dichte hat. Unter dieſen Umſtänden wird es auch durch den Schnee (oder Regen) und nach demſelben nicht merklich wärmer, während hingegen jener Schnee, oder jener Regen, welcher dadurch entſtand: daß waſſerreicher SW., oder WSW. der kalten Gegend zuwehete ſtets Wärme im Gefolge hat. Daher der Unterſchied zwiſchen kalten und warmen Regen, kältenden und zwiſchen (im Entſtehen freie Wärme entlaſſenden und daher) mild Wetter bringenden und kältenden Schnee. So iſt auch — der Regen nach Gewittern entweder kalt und die Luft trüb, oder warm und das Pflanzenleben erfriſchend und die Luft ſehr klar, oder weniger warm und minder klar, als im zweiten Falle, je nachdem dabei der Raum der entladenen und zerſtörten Wolke entweder durch nachſtürzende kalte und trockne (N. und NO., ſo wie NNO.) oder durch hinzuwogende warme und Waſſergas-haltige (SW. oder SSW. und WSW.), oder endlich durch zwar warme, aber trockne (O., oder SO., oder SSO.) Luft ausgefüllet wird.

4) Viele Meteorologen lehren: der Regenwind ſey nicht Urſache, ſondern Folge des Regens (wie der Gewitterſturm Folge des Gewitters iſt); allein alltägliche Beobachtung lehrt das Gegentheil. Damit iſt aber nicht geſagt, daß der Regen auch nicht neue Luftſtrömungen und mithin friſche Winde ſollte entſtehen machen, ſondern es muß vielmehr auch jedem Regen ein mehr oder weniger ſtarkes Säuſeln oder Luftwehen folgen, weil während und beſonders nach demſelben neue Herſtellungen des Gleichgewichts der Luftſäulen, und namentlich der Waſſergasſäulen eintreten, die von den Seiten her hinzuſtürzen. Wir müſſen daher unterſcheiden jenen Wind der den Regen bringt, von dem der dem Regen folgt und beide von Stürmen, die in Folge ungewöhnlicher Luftproceſſe (Gewitter, vulkaniſche Eruptionen ꝛc.) hervorbrauſen.

5) Uebrigens iſt ſchon in vorhergehenden §§. nachgewieſen worden: wie auch ohne Zuwehen fremder Luft, und lediglich in Folge vermehrter Dunſtbläschenbildung, Ausdehnen derſelben in kältere Regionen hinauf, Abkühlung der aus ihnen gebildeten Wolken durch Wärmeentſtralung (bei ſehr klarem Himmel über den Wolken), Entwärmung der Wolken durch Wärmeableitung mittelſt berührenden Gebirgsgeſteins, Zerſetzung des zwiſchen den Nebelbläschen befindlichen und deren Adhäſion und Zuſammenfließen verhindernden Waſſergaſes durch Feuchtzieher (zumal waldbedeckte Höhen) Regen und Schnee entſtehen kann; und daß Entladung der elektriſirten Bläschen nicht nur bei wirklichen Gewittern, ſondern auch ſchon durch faden= oder zaſerförmiges Ausranden einzelner Wolken und dadurch vermitteltes Hinübergreifen der einen Wolke (deren Bläschen z. B. mit + E geladen erſcheinen) in die andere (— E geladene) zur Entlaſſung tropfbaren Waſſers führen könne, folgt gewiſſermaaßen ſchon aus §. 177. (S. 34 u. ff.) und wird weiter unten noch beſtimmter nachgewieſen werden.

6) Wenige Waſſertröpflein, welche ſich als ſolche nicht mehr in der Luft ſchwebend erhalten können, ſondern aus hohen Schichten herab zu fallen beginnen, können plötzlichen und ſehr ſtarken Regen (Platzregen) hervorbringen, weil ſie fallend ſich durch die Nebelbläschen der niederen Schichten ſehr vergrößern (was unter dem Aequator nicht nur bei dieſem, ſondern bei den meiſten Regen im höchſten Maaße eintreten muß, weil dort die Wolken die größten Höhenausdehnungen haben); es ſetzt dieſes indeß ſtets voraus: daß die untere Luft nicht nur reich an Waſſergas, ſondern vielmehr noch an ſchon gebildeten Bläschen iſt; d. h. daß die Wolke mit ihrer unteren Dehnung ſchon die Erde berührt. Dergleichen Wolken und Wolkenerweiterungen bilden ſich oft ſehr ſchnell durch Beſtrichenwerden der oberen Luftſchichten von kalten Wehlüften (häufig Folgen entfernter Gewitter), und während kurze Zeit zuvor der Himmel noch ſehr klar war, gemäß der großen Dichte des Bläschen=freien Waſſergaſes (oben S. 152) trübt er ſich plötzlich und wächſt die Trübung eben ſo ſchnell, bis ſie endlich (oftmals in wenigen Minuten) die Erde erreicht, und nun folgt ihr der Regen auf den Fuß nach. Wehen hingegen gleichzeitig unten von jener der oberen entgegengeſetzten Richtung her warme, und zumal trockenwarme Lüfte, ſo kürzen dieſe die Wolke von unten herauf und der kaum begonnene Regen endet faſt eben ſo ſchnell; ohne daß es zu Bildungen von Tropfen gekommen wäre, deren Umfang jenem der Tropfen des gewöhnlichen Platzregens nur entfernt beikäme. Iſt hiebei die urſprünglich Regen entlaſſende Wolke von geringem Umfange, und wird ſie in die Richtung des kühlenden Oberwindes ausgedehnt (alſo der Breite und Dicke nach verkürzt und der Länge nach gedehnt), ſo giebt ſie den Strichregen; und war ſie dabei zu Regionen hinaufgetrieben, deren ſtark verdünnte Luft beträchtliche Ausdehnung der Bläschen und dadurch vermittelte Berührung derſelben zur Folge hatte, ſo werden die Tropfen, kurz nach ihrem Entſtehen, ſo wie ſie fallend, die Wolkengrenze

überſchreitend, in das Bläschen-leere Waſſergas (und in die mit demſelben gemeinſchaftlichen Raum erfüllende untere Luft) gelangen verkleinert, und verwandeln ſich ſo in Staubregen, der, wenn er bei Sonnenbeleuchtung fällt, auch Sonnenregen genannt zu werden pflegt. (Werden Pflanzen von ſolchem Regen getroffen, während ſie von der Seite her ſtarker Sonnenbeleuchtung unterliegen, ſo erzeugen ſich in denen ſie belaſtenden Tröpflein leicht Infuſorien und häufig folgt dieſen Mehlthau *), der dann die Bildung des

---

*) Vergl. meine hieher gehörigen Bemerkungen und Beobachtungen im II. B. meiner Polytechnochemie S. 527 Anm. ff. Wie Pflanzen gegen Mehlthau zu ſchützen ſind? Ebendaſ. S. 528 Anm. — Es iſt das unter dem Namen Blattlaus (Neſſe; Mehlthau) bekannte Laubinſekt (Laubkerf, nach Oken; ſ. deſſen Naturgeſch. III. 426 ff.), das in Menge die Pflanzen bedeckend ihr tödtlich werden kann, und deſſen ſüße Ausſonderungen Ameiſen, Bienen ꝛc. herbeilocken. Am gefährlichſten ſind Aphis humuli (Hopfenmehlthau; der zugleich auch für Menſchen Nachtheil bringend wirken kann, ſofern damit befallener Hopfen ſtatt des geſunden verbraucht wird; weil er an ſich ſchädliche Eigenſchaften beſitzt), A. pruni (weiß, wie gepudert, Blatteinrollung bewirkend), A. pomi (Blätter nach unten krümmend), A. rosae (an Roſenzweigen gemein), A. tiliae, A. cerasi (Schlehenblätter krauſend), A. brassicae (unter Kohlblättern), A. lactucae, A. sambuci (ſchwarz), A. avenae, A. viburni (ſchwarz, rollt die jungen Sprößlinge des Schneeballenſtrauchs, Viburnum Opulus, ein und verdirbt ſie), A. papaveris etc. — In Gewächshäuſern dient Tabaksrauch als treffliches Mittel zur Ertödtung der jungen Brut, wenn ſie demſelben widerholt ausgeſetzt wird; Zeyher (K. VII. 356) tilgt Blattläuſe und verwandtes Ungeziefer lediglich, und unter allen zu dieſem Zwecke empfohlenen Mitteln mit dem beſten Erfolge: durch einen wäßrigen kalten Aufguß zerriebenen Meerrettigs; die Pflanzen werden mit dieſem Aufguſſe theils gewaſchen, theils beſpritzt. Das Waſchen muß jährlich wenigſtens zweimal ſtatt finden. Lerchenbaumrinden und Nadelnaufguß und Abſud: auf 4 Pfund Zweige und Nadeln 8 Pfund Regenwaſſer, und eben ſo viel auf 4 Pfund Rinde (oder ſog. Borke) zeigten ſich meinen eigenen Beobachtungen gemäß gegen Alles den Gewächſen nachtheilige Ungeziefer ſehr wirkſam. — Was die Blattläuſe für den Land- und Gartenbauer ſo furchtbar macht, iſt die auſſerordentliche Fruchtbarkeit derſelben. Denn wenn ſie ſich ſo anhäufen, daß ſie ganze Zweige ꝛc. bedecken, ſo bewirken ſie Abzehrung der Pflanze durch ihr unaufhörliches Safteinſaugen, während deſſen ſie faſt beſtändig durch die an ihrem Hinterleib befindlichen zwei ſteifen Röhren (viel-

Honigthaues zur Folge hat: ſtatt dieſer Mehl- und Honigthau-bedeckungen bemerkt man aber auch mitunter eine Zerſetzung der Blattoberfläche (oder wahrſcheinlicher des Chlorophyll) in der Folge Zucker unmittelbar auf den Blättern zu entſtehen ſcheint. Es iſt ohne Zweifel das Licht und die Wärme, welche nicht nur die Entwickelung der jungen Blattläuſe aus den Eiern, ſondern auch die Fruchtbarkeit der Eier legenden Weibchen und die Ausſonderung jenes ſüßen Saftes begünſtigen, der, wenn er nicht von denen ihm nachgehenden Ameiſen verzehrt wird, den Verkehr der Pflanze mit der Luft und damit eine der Hauptverrichtungen ihres Lebens (ſo weit dieſes nach Auſſen thätig iſt) unterbricht; II. 32 ff., 81 ff., 133 ff.

7) Kalte Nordoſt-, Nord- und NN. Weſt-Winde, die um ſo heftiger von den Seiten herbeiwehen, je mehr die Luft Tags zuvor erhitzt und dadurch ausgedehnt und verdünnt worden war, und die ſich um ſo tiefer ſenken, je kälter ſie ſind, erzeugen in den Thälern häufig Reife (Thaugefrierung), während ſie die Höhen ohne Nachfröſte; woher jene kalten Stürme kommen, zu welchen Zeiten ſie alljährig, nur in verſchiedenen Graden der Intenſität ihrer kalten Trockniß auch für unſere Gegenden wiederkehren ꝛc. iſt bereits im I. Bande (S. 330—332) nachgewieſen worden.

§. 209.

Wo der Proceß der Waſſergaszerſetzung nur bis zur Ausſcheidung von Hohlbläschen fortſchreitet — theils weil

---

leicht auch durch den After) ſüßen Saft (Blattlaus-Honigthau) entlaſſen. Die weiblichen Blattläuſe (meiſt ungeflügelt und größer als die männlichen) werden im Sommer lebendig geboren, im Herbſte auch Männchen, welche nun die Weibchen befruchten (tilgt man alſo im Herbſte die Blattläuſe, ſo ſchneidet man damit die ganze Weiterentwickelung derſelben fürs nächſte Jahr ab, beſſer aber und eher ausführbar iſt die Tilgung der erſten Frühlingsweibchen; ſ. w. u.). Die Weibchen zerſtreuen ſich dann, legen einzelne Eier, aber nicht auf Blätter oder Zweige, ſondern auf Knoſpen. Aus dieſen Eiern kommen hierauf im Frühlinge hervor lauter, an Größe alle folgenden übertreffende Weibchen. Dieſe werfen nun mehrere Junge (ein W. gegen 100) und jedes der letzteren macht es nach 10 Tagen eben ſo, und ſo fort bis zum Herbſt (bis zur 10ten Kindſchaft); die nachkommenden Jungen erſcheinen immer kleiner, als die vorhergehenden und ſie würden zuletzt aufhören zu gebären, wenn nun nicht die Befruchtung folgte. Eine im Frühling aus dem Ei entſprungene Mutter könnte auf ſolche Weiſe in einem Sommer über 20 Millionen Nachkommen haben, wenn nicht Weſpen, Ichneumon, Wanzen und ſogar Milben ihnen nachſtellten; Oken a. a. O.

die zur Regenbildung nöthige Annäherung der Bläschenhüllen durch die zwiſchengelagerte dichte Luft verhindert wird, theils weil dieſer Zwiſchenluft jene niedere Temperatur mangelt, welche erfordert wird: damit auch der Inhalt der Bläschen ſeinem Waſſergasgehalte nach möglichſt vermindert, dagegen aber die Hülle derſelben gleichmäßig verdickt werde — dort entſteht ſtatt Regen nur näſſender Nebel. Die erſtere Urſache iſt es hauptſächlich, deren Wirken die Erzeugung der 150 bis 200 Fuß erreichenden Polarnebel bedingt, durch das Vorwalten der letzteren hingegen erfolgt die Erſcheinung der gewöhnlichen Herbſtnebel, ſo wie auch jene der nicht minder häufigen Fluß- (Seen ꝛc.) Nebel; bei den mehr oder nicht ſelten vollkommen trocknen Nebeln (auch Höhenrauch, Hehrrauch, ſtinkende trockne Nebel genannt) kommen dritte und vierte fremde Urſachen mit ins Spiel, die vielleicht in manchen Fällen von jenen Nebelhervorrufenden gänzlich getrennt und phyſiſch iſolirt ſich thätig zeigen (vergl. oben S. 184 ff. und I. 58, II. 639 ff.).

1) Den ganzen Sommer hindurch weilen über den Polarmeeren die durch große Dichte ſich auszeichnenden Polarnebel (I. 212 und 317 ff.). Sie ſind, gleich allen die Erdoberfläche berührenden näſſenden Nebeln: ſehr weitverbreitete Schichtwolken (oder Waſſer-Dunſt, nicht Dampf; oben S. 10, 149 ff., 183 und I. 271 ff.) die, ihrem Gehalte nach von den Schleierwolken (oben S. 150) vorzüglich dadurch abweichen: daß bei dieſen nicht nur die zwiſchen den Dunſtbläschen gegebenen lufterfüllten Räume, ſondern auch die Umfänge der Bläschen ſelbſt beträchtlich größer erſcheinen, als bei jenen. (Schichtwolken und Schleierwolken verhalten ſich in dieſer Hinſicht: wie ſtarke Trübung der unteren, und ſchwache der oberen Luft, oder wie Lufttrübung und Himmelstrübe).

2) Da bei den Polarnebeln die niedere kalte und daher ſehr dichte Zwiſchenluft und der Mangel an Bläschenausdehnung (bewirkt durch zu ſpärlich und zu ſehr ſchief einfallendes Sonnenlicht) die zur Tropfenbildung nöthige Annäherung der einzelnen Bläschen verhindert, und anderer Seits auch die Sonnenwärme nicht groß genug iſt die Hüllen dieſer Bläschen zu vergaſen, ſo bleiben ſie auch, mit geringerer Minderung, den ganzen Polartag hindurch dort ſchweben: wo Waſſergas im Maximum ſeiner Dichte genug vorhanden war, um theils durch das Nachwirken der Kälte der Polarnacht, beſonders aber auch durch kältende Winde (I. 212 ff.) in Dunſt verkehrt zu werden;

d. i. auf dem Polarmeere. Jedoch können dieſelben Winde auch dergleichen Nebel verdichten (I. 213 Bem. 9) und auch wohl in Regen verwandeln, wenn ſie ihn mit großer Heftigkeit gegen hohe Eismaſſen (a. a. O.) treiben, und dann ähnlich wirken jenen Stürmen, welche bei uns Wolkenbrüche erzeugen, indem ſie Regenwolken mit ungewöhnlicher Schnelligkeit gegen Gebirge treiben.

3) Die Wellsſche Anſicht über die Entſtehung des Thaues (oben 136 — 138 und I. 257 ff.) geſtattet auch die Nachweiſung der Haupterforderniſſe zur Erzeugung der näſſenden Nebel, die ſich auf nachſtehende Weiſe geben läßt. Die fortdauernd in Wärmeentſtralung befangene Feſterde erhält, ſo bald die Sonne untergegangen iſt, für die ihr durch Stralung entgehende Wärme keinen (und bei trüben Himmel nur einen theilweiſen) Erſatz, und da ſie als Körper mit rauher Oberfläche mehr Stralwärme verliert, als das glatt beflächte Waſſer, ſo wird ſie ſich ſchon aus dieſem Grunde an ihrer Oberfläche weit ſtärker abkühlen, als das Waſſer und mithin auch über ſich eine Waſſergasſchicht behalten von beträchtlich geringerer Dichte, als jene, welche den Waſſerſpiegel belaſtet. Jener Temperaturunterſchied, und damit der Dichtenunterſchied beiderlei Waſſergaſe, wird aber noch größer dadurch: daß die Abkühlung der Feſterde nur deren Oberfläche trifft, und ſich nie in einigermaaßen beträchtliche Tiefen hinab erſtreckt, während die des Waſſers ſich in deſſen ganze Maſſe verbreitet; denn ſobald der Waſſerſpiegel bis zu 4°,1 C. abgekühlt iſt, haben die ihm zugehörigen Theilchen auch die größte Dichte erreicht, ſinken daher in die wärmeren und minder dichten, tieferen Waſſerſchichten unter und überlaſſen dieſen ihre vormalige Oberflächenſtelle (vergl. I. 425 Bem. m. ff.), ſo daß nur bei Lufttemperaturen unter 4°,1 C. die oberſte Waſſerſchicht zugleich die kälteſte iſt, die unteren hingegen die wärmeren ſind. Bei allen nicht ſo tiefen Lufttemperaturen, erſtreckt ſich daher die Waſſerkühlung nach und nach durch die ganze Waſſermaſſe. Iſt dieſe Maſſe nun hinreichend groß, und ward ihr während des Tages eine von der Lufttemperatur nur wenig abweichende, oder denſelben gleichkommende fühlbare Wärme von mehr als 4°,1 C., ſo wird in der darauf folgenden heiteren und ruhigen Nacht die Temperatur ihres Spiegels ſich höher erhalten, als jene der angrenzenden Feſterde; derſelbe Temperaturunterſchied wird ſich aber auch auf jene zweierlei Luftſchichten erſtrecken, von welchen die eine den Waſſerſpiegel, die andere das angrenzende Land bedeckt (was, wo es ſich von ſehr großen Gewäſſern, z. B. von großen Seen, Ebben, Meerbuſen und Meeren handelt, zur Entſtehung des Wechſels von Landwind und Seewind führt; I. 365 vergl. mit S. 332 ebendaſ.) und indem dann die bedeutend wärmere und darum waſſergasreichere Waſſerluft mit der beträchtlich kälteren und daher waſſerärmeren Landluft ſich mengt und phyſiſch durchdringt, werden die Waſſerdämpfe das Maximum ihrer Spannung überſchreiten und als Hohltropfen ſich ausſcheiden, die noch einen Theil waſſergashaltige Luft umſchließen, und die als ſolche (d. i. als Dunſtbläschen) in großer Menge neben einander vorkommend die Fluß ꝛc.

Nebel bilden. Je größer die Tiefe des Waſſers iſt und je mehr die Temperatur ſeiner Luft von jener der Landluft abweicht, um ſo dicker werden die Nebel ausfallen; je ſchneller aber dieſer Unterſchied eintritt, um ſo eher werden ſie ſichtbar werdeu. Moor- und Torfgrund werden hiebei die Gewäſſer vertreten können, und auch zwiſchen nakten Berg- und Hügelhöhen und Wieſen, grüne Saaten, Wälder ꝛc. darbietenden Thälern werden ähnliche, nur minder ſtark hervortretende Bedingungen der Nebelentſtehung eintreten, ſo bald die Sonne aufhört dergleichen Gegenden beleuchtend zu erwärmen.

4) Nebel die von der aufgehenden Sonne darum ſtark beleuchtet werden, weil der Himmel ſehr klar iſt, können auch ſchon hiedurch zur Tröpfleinbildung (Nebelregen) gelangen: weil das Licht die Innenfläche und damit das Innengas der Dunſtbläschen ſtark erwärmt, was denn, wenn die Hülle derſelben ſehr dick iſt, Zerreißung dieſer Hülle durch zu ſtarke Ausdehnung der davon eingeſchloſſenen Luft zur Folge hat; die alſo zerſtückelten Hüllen fallen dann an-, auf- und zu einander, fließen dadurch ineinander und geben ſo die beim Fallen ſich vergrößernden Tröpflein.

5) Harveys Beobachtungen zufolge (Journ. of science etc. Nr. 29) iſt die Temperatur einer Nebelſchicht in der Mitte niederer, als oben und unten; was der unter Bem 3 entwickelten Anſicht über die Nebelentſtehung mittelbar das Wort redet. Dieſer Anſicht iſt übrigens jene ähnlich, welche Davy aufgeſtellt hat, nur daß dieſer Phyſiker jenen Unterſchied nicht beſonders berückſichtigte, welchen die Ungleichheit der Boden- und der Waſſerfläche auf die Wärmeentſtralung ausüben, der aber nach §. 186 (oben S. 136) hiebei nicht überſehen werden darf.

6) Ueber den Einfluß der Wärmeentſtralung des Bettbodens der Flüſſe, Bäche ꝛc. auf die Entſtehung des eigentlichen Grundeiſes; ſ. I. 397. Es ſetzt deſſen Werden ſtets voraus heiteren Himmel, und klares Waſſer; daneben auch große Rauheit und Ungleichheit der Oberfläche des Bodens der Gewäſſer. Hugi fand dabei die Temperatur des den Grund berührenden Waſſers $= 0°$, jene des Waſſers (der Aar) aus der Mitte der Waſſerſchicht $= + 6°,9$ und die des Waſſerſpiegels $= + 1°,7$; K. XVII. 60. Ueber ſogenanntes Grundeis; I. 396.

7) Die Winde üben ihren Einfluß auf Regen-, Schnee-, Nebel-Wolken ꝛc. Bildung nicht blos gemäß ihres Waſſergasgehaltes, ſondern auch in Folge der von dieſem Gehalt abhängigen größeren oder geringeren (Dehn- und) Druckkraft. Jene, welche zwiſchen O. und W. durch S. wehen, ſind in Europa gemeinhin feuchter und mithin geringeren Luftdruck erzeugend, als die ihrer Richtung nach zwiſchen O. und W. durch N. ſtreichenden; erſtere erzeugen daher eher wäßrige Niederſchläge als letztere; vergl. oben S. 179 und 202.

8) **Wind**, der mit großer Heftigkeit in Thäler einſtrömt, wird, als zuſammengepreßte Luft, ſobald von ihm die Thaleinmündung durchſtrichen worden, ſich mehr oder weniger ausdehnen, dadurch an Wärmecapacität gewinnen, und mithin dort, wo ſolches geſchieht **kühlen**, oder **kälten**; iſt nun hiebei das Thal ſehr eng (z. B. ein von hohen Felsufern eingeſchloſſenes Flußthal) und die Strömungsgeſchwindigkeit des Windes ſehr groß, ſo wird weiterhin (mehr entfernt von der Einſtrömungsmündung) die Luft nicht ſo geſchwinde fort- und abfließen (z. B. auch nach oben nicht ſo ſchnell entweichen) können, als die des Windes nachſtürzt und mithin Zuſammenpreſſung dieſer fernab gelagerten Thalluft, damit aber Minderung ihrer Wärmecapacität und folglich **Erwärmung** derſelben eintreten. Daß dieſe und alle ähnliche Temperaturveränderungen der Luft (deren ſtreng genommen auch auſſerhalb der Thäler auf ähnliche Weiſe ſich täglich begeben müſſen) auch auf das Erſcheinen und Verſchwinden, Mehren und Mindern aller Hydrometeore mitbeſtimmend einwirken werden, ergiebt ſich ſchon aus dem Inhalt von Bemerk. 3 dieſes §. (S. 209).

9) Die eigentlichen **Regenwolken** bilden ſich und ſchweben gemeinhin innerhalb der Region des **ewigen Schnee's** (I. 314) ſenken und heben ſich aber mehr oder minder für jeden einzelnen Ort; ſo daß ſie in den heißeſten Sommertagen die größte und in den kühlſten Herbſttagen die geringſte Erdferne behaupten. Urſprünglich erſtarren daher die erſten Tropfen ſofort zu Eis, ſchmelzen aber, ſobald ſie die untere wärmere Luft durchfallen und ſind daher ſchon aus dieſem Grunde, wenn ſie die Erde erreichen **kühler** als die niedere, den Boden berührende Luft. Durchſtreichen ſie indeß fallend eine Luft, die ſchon ſehr reich iſt an Nebelbläschen, und waren ſie ſelbſt urſprünglich das Erzeugniß warmer SW. oder WSW. Winde, ſo iſt dieſer Temperaturunterſchied nicht ſelten bis zum Verſchwinden geringe und der **Regen** ſelbſt dann ein **warmer**; iſt hingegen die Luft unter der Regenwolke arm an Dunſtbläschen und dient nördlicher Wind zum Regenerzeuger, ſo zeigt ſich der Regen mehr oder weniger auffallend **kalt**. — Von **kalten** Stürmen begleiteter **Gewitterregen** beſteht aus Tropfen, die in ſehr geringen Höhen noch **Eis** waren, **deſſen** Bildung vielleicht zum Theil Folge der elektriſchen Entladung iſt (wie **Quinquet** und **Seiferheld** mittelſt künſtlicher Elektricität Waſſertropfen in Hagel verwandelt haben wollen; **Voigt's** Magaz. VI. 2. St. 189) und das daher auch **unterhalb der Schneeregion** zu Stande kommen kann (vgl. auch oben S. 179 g und 182 F) und häufig der Erde ziemlich nahe gebildet wird.

10) Die entwärmten und zu Tröpflein verbundenen Dunſtbläschen bleiben kryſtalliniſch erſtarrt, wenn die Wärme der unteren Luftſchichten zur Aufthauung derſelben nicht hinreicht, und geben ſo den **Schnee**, oder ſie ſchmelzen nicht, weil ſie wenig hoch fallen und urſprünglich ſogleich in zu beträchtlichen Einzelmaſſen (gewöhnlich nicht ohne merkliche Mithülfe der Elektricität) erſtarrten, und erſcheinen dann als **Hagel** (Kieſel; Graupen; oben S. 182); erſterer iſt ge-

wöhnlich ſtark mit Luft vermengt und reflectirt daher das Licht ſehr beträchtlich (bis zum Schnee-Blenden), letzterer erſcheint meiſt luftarm und darum, zumal der großkörnige, minder blendend und mehr dunkelnd.

11) Die Geſchwindigkeit des fallenden Hagels wird, weil er aus dicht zuſammenhängenden unverſchiebbaren Maſſen beſteht, die als abgerundete Körper wenig Umfläche darbieten, und die gewöhnlich nur geringe Höhen zu durchfallen haben, wenig beeinträchtigt werden durch den Widerſtand der Luft; mehr wird ſolches hingegen der Fall ſeyn bei denen verſchiebbaren Tropfen des Regens (deren Geſtalt mehr oder verändert wird: durch die Einwirkung der Erdſchwere, nach Maaßgabe der Höhe und durch die vom Winde ertheilten Bewegungen) und am meiſten bei dem viele Fläche und mehr oder minder beträchtliche Biegſamkeit darbietenden Schnee, deſſen fallende Einzelkryſtalle, in Folge ſolchen gegen ſie gerichteten mächtigen Widerſtandes, innerhalb der Fall-, ſo wie der Windbewegungsrichtung einander erreichen, und ſo zu Schneeflocken ſich vergrößern, die ſich leicht ballen, wenn die Luft nicht zu warm wurde durch die Eisbildung und daher nach dem Schneien nicht zu reich erſcheint an Dunſtbläschen, die hingegen große Unbiegſamkeit und geringe Anhaftung darbieten bei einer untern Luft, die wenige Nebelbläschen enthält und durch kalte Strömungen in ihrer Temperatur ſehr herabgeſtimmt wurde; zu große Luftwärme ſchmilzt einen Theil des Schnees während ſeines Fallens und giebt dann ſehr weiche, ſtark näſſende Flocken, die ſchon durch mäßig warme Zuſtrömungsluft geſchmolzen werden und die daher zu Maſſen aufgehäuft feſten Körpern ſtark anhängen und ſich nicht erſteift genug erhalten z. B., um Schlittenbahn zu geſtatten (welche bekanntlich ſtets feſten, gefrornen Untergrund fordert, wenn ſie Beſtand haben ſoll). Der Schnee nördlicher Länder Europens ballt faſt immer, jener ſeltene der mehr ſüdlichen und ſüdweſtlichen (auch weſtſüdweſtlichen) hingegen in der Regel nicht; Beiſpiele liefern der Schnee Schwedens und Polens im Gegenſatze von jenem (ſeltenen) Roms und Londons. Schneegewitter geben ſehr harten Schnee, der in höheren den Gewitterwolken näher liegenden Punkten nicht ſelten ſchneidend hart wird.

12) Auf die oben S. 179 angedeuteten Beziehungen des Mondwechſels zu den Witterungsänderungen weiſen auch Flaugergues Wahrnehmungen (oben S. 3) in ſofern hin: als derſelbe einen Zuſammenhang zwiſchen dem Mondſtande und den Hydrometeoren bemerkt haben will; indem er bei ſeinen 20jährigen Beobachtungen im Mittel beim Neumonde 78, beim erſten Viertel 88, beim Vollmonde 79, beim letzten Viertel 82, bei der Erdferne 84 und bei der Erdnähe 96 Regentage zählte *).

*) Was in dieſer Rückſicht in früheren Zeiten (ja von den älteſten Zeiten meteorologiſcher Beobachtung her) bemerkt worden

13) Flaugergues Beobachtungsergebniſſe correspondiren übrigens ſeinen gleichzeitigen Barometerbeobachtungen, und werden durch

---

iſt, ſammt den Folgerungen, die man daraus abzuleiten ſich ermächtigt glaubte: in Abſicht auf Vorausbeſtimmung der Witterung (Meteorognoſie) nach den veränderlichen Stellungen der Weltkörper hat Anſelm Ellinger, Mitglied der K. bayeriſchen Akademie der Wiſſenſchaften zu München zuſammengeſtellt, in ſeiner zur Feier des Maximilianstages 1815 gehaltenen (und im Druck erſchienenen akademiſchen Vorleſung.) Die Vorausſetzung periodiſcher Widerkehr der Witterung, bedingt durch die Widerkehr der Stellungen der Erde zu anderen Weltkörpern, vorzüglich zum Monde, liegt gewöhnlich auch den Wetterverkündigungen der Calender zum Grunde (m. Experimentalphyſ. I. 221 ff.). Ritter glaubte zwiſchen den Erſcheinungen verſchiedener Licht- und Feuermeteore, namentlich jene der Feuerkugeln, Sternſchnuppen, Nordlichter ꝛc. an der Periodicität des Erdmagnetismus einen geſchichtlich nachweisbaren Zuſammenhang entdeckt zu haben, und vermuthete: daß die Periode von $18\frac{2}{3}$ Jahren, oder die Zeit, in der die geographiſche Axe der Erde mit ihren Polen am Himmel Kreiſe von 18 Secunden Durchmeſſer beſchreibt (oben S. 7) auch für alle elektriſche Hydrometeore einen gewiſſen Grad von Gültigkeit habe. Haberle und ſpäterhin Gerdum, vorausſetzend: daß der Elektricitätsverkehr der Weltkörper Hauptbedingung aller Witterungsänderung ſey, bemüheten ſich — jedoch vergeblich — ihren Meinungen Nachweisbarkeit zu verſchaffen, und ſo wenig die von ihnen auf dieſen Grund entworfenen Vorausbeſtimmungen der Witterung eintrafen, eben ſo wenig auch jene, welche Dittmar auf das Schmelzen des Polareiſes ſtützte, ſo wie auf angebliches Angezogenwerden der Wärme von kälteren Orten ꝛc. Vergl. Haberle's Meteorolog. Jahrb. ꝛc. Weimar 1810, 1811. 8. Deſſen meteorolog. Tageb., nebſt angehängten Witterungsvermuthungen Lamark's ꝛc. Ebendaſ. 1810. 8. Deſſen kleiner Witterungsanzeiger für den Bürger und Landmann. Ebendaſ. 1810. 12. ꝛc. Gerdum's vorausbeſtimmter Witterungslauf in d. Mon. Auguſt ꝛc. 1819. Frankf. 8. und I. 259. (Die Einleitung enthält G's ſog. Erklärung der Meteorologie als conſtituirte Wiſſenſchaft, worin unter andern auch ſechs neue auf meteorologiſchem Wege entdeckte Planeten bezeichnet werden; vergl. auch Gilbert's Ann. XLI. 426 und 440) und Dittmar's hieher gehörige Schriften; unter andern Deſſen: Vorausſicht der Beſchaffenheit eines jeden künftigen Winters für Europa ꝛc. Berlin 1820, ferner: Die bevorſtehende Winterwitterung von der

dieſe in ſofern erläutert, als man erfahrungsgemäß annehmen darf: daß dem tieferen Barometerſtande der häufigere Regen, und dem höheren die größere Seltenheit wäßriger Niederſchläge entſpricht. Indem nämlich F. bemüht war, durch jene 20 Jahre hindurch fortgeſetzten, ſtets zur Zeit der Culmination der Sonne angeſtellten Beobachtungen den dynamiſchen *) Einfluß des Mondes auf den Luftdruck zu erforſchen, fand er:

Mitte des Novembers 1820 bis Frühlingsanfang 1821 ꝛc. S. 20 ff. und: Der mildſtrenge Winter von $18\frac{22}{23}$ ꝛc. Berlin 1823. 8. S. 10 u. ff. Zur Bezeichnung der von dem Verfaſſer befolgten Grundſätze dienen folgende Stellen: „Für den Winter nehme ich den Gang des Windes nach dem Herbſtgleichentage, innerhalb vier Wochen, als zuverläßiges Vorzeichen der Beſchaffenheit des Winters nunmehr unter gewiſſen Einſchränkungen an (die z. B. für den gegenwärtigen Winter $18\frac{29}{30}$ alſo hätten müſſen bemerklich gemacht werden: daß zwar ein milder, naſſer Winter zu erwarten ſey, dennoch aber ein recht ſtrenger erfolgen werde) und die Sommerwitterung leite ich von der, im Winter erfolgten Bedeckung mit Schnee und Eis auf den Gebirgsketten und Höhenzüge durch Europa und Aſien, desgleichen von der zur Winterzeit an die Nordküſten beider Erdtheile angelegten Eismenge ab ꝛc. (und da dieſe Ablagerungen ꝛc. doch wieder ihre Urſachen haben müſſen, ſo würde D. auch eben ſo gut auf ein Jahrhundert, als auf ein Halbjahr voraus das Wetter haben prophezeihen können)." Als im Jahr 1816 mehr Waſſer vom Himmel fiel, als alle Wetterverkündiger damaliger Zeit zuſammengenommen nur irgend vermuthet hatten, da meinte ein Wetterdeuter: der Grund eines ſo naſſen Sommers ſey zu ſuchen in der hygroſkopiſchen Wirkung der Bäume des Thüringerwald-Gebirgs!!! — Es ſind indeß obige Vorausbeſtimmungen der Witterung von Haberle, Gerdum, Dittmar u. A. nicht ohne Nutzen, in ſofern ſie theils jene Klippen bezeichnen, welche die Meteorologen vermeiden müſſen, wenn ſie für die Wiſſenſchaft arbeiten wollen; theils auch zur größern Umſicht führen, wenn es ſich davon handelt den fraglichen Forſchungsgegenſtand möglichſt allſeitig ins Auge zu faſſen, um mit Beſtimmtheit ſondern zu können, das Wirklich-Bedingende der Wetteränderungen von dem es Anſcheinend-Beſtimmenden; theils endlich: in ſofern ſie den Beweis führen, daß, um ſichere Nachweiſungen der den atmoſphäriſchen Veränderungen zum Grunde liegenden Geſetze zu erlangen, vor allem erfordert wird: vieljährige treue Beobachtung der Natur.

*) Dynamiſch heißt der Einfluß: weil er lediglich von einer Gegenkraftäuſſerung (der Gegenziehung von Mond und

a) daß während der in dem Zeitraum von 20 Jahren vorgekommenen ſynodiſchen Mondsumläufe (I. 476 ff.) das Barometer ſtets vom zweiten Octanten bis zur zweiten Quadratur ſteigt, dann aber wiederum fällt, bis es zum nächſten zweiten Octanten wieder den tiefſten Stand erreicht hat, u. ſ. f. Der Unterſchied beider Barometerſtände (der des höchſten und des tiefſten) betrug 1,44 Millimeter; K. XVII. 34. Durch die Wahl der Mittagsſtunde für ſeine Beobachtungen wurde von F. umgangen: der auſſerdem ſtörende Anziehungseinfluß der Sonne; ſo daß F. von dieſem Einfluſſe gänzlich abſehen und einen ſynodiſchen Umlauf des Mondes lediglich als eine, der ſcheinbaren täglichen Mondsbewegung gleichende Umwälzung dieſes Trabanten und die dabei eintretende dynamiſche Einwirkung auf die Erdluft: als nur durch die Mondanziehung erzeugt betrachten durfte. Dieſer Annahme gemäß bezeichnen die Mondphraſen bloß die Entfernungsgrade des Mondes vom Meridianpunkte, und der dadurch bewirkte tiefſte Barometerſtand wird ſtatt finden, wenn der Mond ungefähr 135° von dem Meridiane des Beobachtungsortes oſtwärts entfernt iſt, und zwar (weil der Tag in mittlerer Zeit 24 St. 50′ hat) ungefähr 9 St. 18′ vor dem Durchgange des Mondes durch den oberen Meridian, der höchſte Barometerſtand hingegen: wenn der Mond gegen 90 Grad weſtlich von dem oberen Meridiane fernt, mithin beiläufig 6 St. 12′ nach ſeinem Durchgange; ſo daß die Zeiten zwiſchen dem niedrigſten und höchſten, und von dieſem bis wieder zum tiefſten Stande nicht gleich ſind; erſtere 15 St. 30′, letztere hingegen nur 9 St. 20 beträgt. Hieraus wird klar, daß das Barometer bei denen durch den Mond verurſachten Schwankungen weit ſchneller fällt, als ſteigt *);

Erde) und nicht durch phyſiſche Potenzen, z. B. nicht durch Wärme hervorgebracht wird.

*) Eigentlich unterſcheidet man dieſe Schwankungen bei den gewöhnlichen Barometerbeobachtungen kaum, weil ſie meiſtentheils durch die beträchtlichen und oft entgegengeſetzten Wirkungen der von den phyſiſchen Urſachen herrührenden täglichen Abweichungen des Barometerſtandes verſteckt werden; wohl aber wurden ſie nachweisbar in den Mitteln einer großen Reihe von Barometerbeobachtungen, welche jeden Tag regelmäßig 9 St. 18 Min. vor, und 6 St. 12′ nach dem Durchgange des Mondes durch den Meridian angeſtellt worden waren. (Die unmittelbare Wirkung des Mondes auf das Merkur der Barometerröhre iſt übrigens, wie ſchon Newton zeigte, wirklich unmerklich, und nur jene durch die Atmoſphäre vermittelte — ſ. d. vorige Anm. — bleibt wahrnehmbar; je mehr nämlich der Luftdruck gemindert wird durch den Gegenzug des Mondes, vergl. I. 232 ff. und 447, um

b) daß auch die nördliche oder südliche Neigung des Mondes deſſen Einfluß auf den Luftdruck abändert. Die Wirkung tritt in F's Beobachtungen (unter der geogr. Breite von Viviers) ſtärker ein: bei der ſüdlichen als bei der nördlichen; denn es war die mittlere Barometerhöhe während der ſüdlichen Neigung und ſeines Maximums (d. h. bei der ſüdlichen Mondeswende) um 0,27 Millimeter größer, als bei der nördlichen;

c) ſowie auch: daß die Wirkung des Mondes zur Verminderung des Luftdruckes wechſelt, mit der größeren oder geringeren Entfernung dieſes Weltkörpers von der Erde. Es nimmt nämlich, ohne alle Ausnahme, die mittlere Barometerhöhe zu (oder Mondeinwirkung ab) in dem Maaße, wie die Parallaxe abnimmt *); wenigſtens ſprechen für eine große Annäherung zu dieſem Ausdrucke ſchon die 20jährigen Beobachtungen F's; ſie würden ihn ohne Zweifel mit der ganzen erforderlichen Schärfe geben laſſen, wenn F. 30—40jährige Beobachtungen zu Gebote geſtanden hätten **);

ſo tiefer fällt das Barometer, und umgekehrt: je weniger die Anziehungskraft des Mondes jene An- und Zuſammenziehungsgewalt mäßigt, welch die Erde auf ihre eigene Luft ausübt, um ſo höher wird die Merkurſäule in der Barometerröhre getragen werden. Erſteres, die größte Minderung des Luftdruckes unter dem Meridian, bewirkt aber um jene Zeit (9 St. 18′ vor dem Durchgange) allſeitiges Herbeifließen der Luft zu der Luftgegend, wo ſolche Minderung ſtatt hatte, mithin für dieſe Gegend, atmoſphäriſche Fluth; letzteres erzeugt, zur entgegengeſetzten Zeit hingegen: allſeitiges Abfließen der dem größten Drucke unterworfenen Luft unter dem Meridiane, und daher 6 St. 12′ nach dem Monds-Durchgange atmoſphäriſche Ebbe. Obgleich dieſer Wechſel von Luftfluth und Luftebbe, gleich jenem der Meeresfluth und Ebbe nur hervorgeht aus der Gegenziehung des Mondes, ſo ergiebt ſich doch, dem Vorſtehenden gemäß, für beide der folgenreiche Zeitunterſchied: daß erſtere in einem Mondestage (während eines ſcheinbaren täglichen Laufes des Mondes um die Erde) nur einmal ſtatt hat, während letztere in gleicher Zeit zweimal wechſelt (I. 447).

*) Was beweiſet: daß dieſe Wirkung nur durch die Gegenziehung des Mondes erzeugt wird. — Ueber die hier in Frage kommende Parallaxe vergl. I. 234 ff.

**) Es ſind nämlich jene Unterſchiede der Meridianhöhen, welche in der bei K. XVII. 33 abgedruckten Tafel den Mondparallaxen von Minute zu Minute entſprechen, noch nicht ganz

d) daß jene Variationen des Barometers, welche durch deſſen phyſiſch bedingte tägliche Schwankung verurſacht werden, keinen ſehr auffallenden Einfluß haben: auf ſeine mittlern Meridianhöhen, ſofern ſie nur von einer großen Anzahl von Beobachtungen abgeleitet werden, und daß dieſe Höhen blos von der Wirkung des Mondes abzuhängen ſcheinen. Denn in allen Fällen, wo man dieſe Wirkung als in ihrem Mittel ſich ausdrückend betrachten darf, z. B. wenn der Mond in ſeiner mittleren Entfernung von der Erde, oder am Aequator ſich befindet, iſt die mittlere Barometerhöhe des Obſervat zu Viviers im erſteren Falle 755,46 Millimet. und im zweiten gleich 755,45 Millim., mithin nur ſehr wenig verſchieden von der allgemeinen mittleren Höhe von 755,46 Millimet. (vergl. K. XVII. 33 u. ff.).

14) Dem von Flaugergues gefundenen Unterſchiede zwiſchen der atmosphäriſchen Fluth und Ebbe (= 1,48 Millimet.; ſ. oben S. 216) zufolge, iſt derſelbe 84mal größer, als er nach Laplace's Berechnung ſeyn ſollte; vergl. I. 234 ff., 447 ff. u. m. Experimentalphyſ. I. 192 und 341 ff. Es iſt daher Laplace's Folgerung: daß der Einfluß des Mondes auf die Erdatmosphäre nur eine ſchwache Wahrſcheinlichkeit für ſich habe, nicht nur zu bezweifeln, ſondern ſie ſtreitet auch, wie F. zeigte (K. XVII. 42 ff.) gegen die Genauigkeit der ſie ſtützenden Theorie. Iſt aber der Einfluß des Mondes auf die Dehnung und dadurch vermittelte Seitenſtrömung der Erdluft beträchtlich größer, als man bisher (Laplace zufolge) annahm), ſo iſt es auch der dynamiſche der Sonne, und da Dehnungs- und Strömungswechſel der Luft ſtets mehr oder weniger einwirken auf den Feuchtungszuſtand der Luft, ſo wie nothwendig auch auf die Elektricitätsladung der Wolken, ſo dürften dieſe kosmiſch-dynamiſchen Einflüſſe auf die Periodicität der Witterungswechſel, für ſehr lange Zeiträume, allerdings entſcheidend ſeyn (oben S. 7 u. ff.).

15) Der phyſiſche Einfluß dieſer und aller übrigen mit der Erde in Wechſelwirkung ſtehenden Weltkörper beſchränkt ſich zunächſt

---

ſo angemeſſen den Unterſchieden der Cuben jener Parallaxen, welchen dieſe Höhen entſprechen, wie es das Gravitationsgeſetz (im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernungen) fordert; denn dieſem Geſetze zufolge müßten die Unterſchiede allmälig und gleichförmig mit der Parallaxe verſchwinden, während ſie im obigen Falle auf eine unregelmäßige Weiſe abnehmen. Allein wahrſcheinlich iſt die Anzahl der Beobachtungen noch zu geringe, als daß die Addition der beobachteten Höhen alle Variationen, welche von verſchiedenen zufälligen Urſachen herrühren, verſchwinden machen könnte.

und hauptſächlich auf jene Erſcheinungen, welche das Licht hervorbringt; in Frage ſteht es aber: ob letztere Potenz hiebei als Wärme-Erzeuger, oder als Wärme-Entwickler, oder (unter gewiſſen Bedingungen) als Wärme-Entführer, oder vielmehr als nur in den beiden letzteren Beziehungen wirkend betrachtet wird? In welchem Maaße und nach welchem Geſetze die Erde erwärmt wird durch die Sonne, iſt bereits ausführlich nachgewieſen worden im I. B. dieſes Handbuchs (S. 270) und daß Herſchel's Beobachtungen für näher zu beſtimmende Zunahmen dieſer Erwärmung: im Verhältniß der Vermehrung der Sonnenflecken — ſprechen, haben wir ebenfalls nicht unerörtert gelaſſen (I. 283 ff., II. 296 ff., 640) und fügen jetzt nur noch hinzu: daß von Sonnenfackeln I. 283, II. 296, 305 und 638) nicht Wärmeminderung zu erwarten ſteht — auch wenn ſie zu Zeiten ſtatt haben, wo das Sonnenlicht ſchief an Erdegegenden vorüber ſtralt, denen die Sonne aufzugehen im Begriffe ſteht, oder denen ſie kurz zuvor untergegangen iſt — weil dieſe Phänomene in der Regel gleichzeitig mit Sonnenflecken vorkommen (während dagegen umgekehrt letztere häufig ohne Begleitung der Sonnenfackeln erſcheinen); aber wie das Licht erwärme? iſt nur an geeigneten Stellen dieſes Lehrbuchs andeutungsweiſe bemerkt worden, da die Beantwortung dieſer Frage nicht Gegenſtand eines Theiles der angewandten Naturlehre (nämlich der Meteorologie) iſt, ſondern vielmehr für die reine Phyſik gehört. Dieſe Andeutungen lauteten: das Licht wärmt, theils indem es den beleuchteten Körpern Wärme zuführt (I. 334 ff.), die es entläßt, ſo wie es von dieſen Körpern verſchluckt wird, theils in ſofern es aus den Körpern, die es verſchlucken Wärme entbindet (frei macht; während es ſelbſt gebunden wird), theils in wie weit es $+E$ und $-E$ zu $0E$ eint (?was beſonders jene Phyſiker wahrſcheinlich finden, welche mit Winterl — dem hierin Berzelius folgte — annehmen: $0E$ und Wärme ſind ein und daſſelbe; $+E$ und $-E$ ſind Beſtandtheile der Wärme), theils in ſofern es den Wärmeäther (Wärmeſtoff) in Schwingungen verſetzt und ſo ſein Wirkungsmoment erhöhend ändert, nämlich die Ruhwärme in Stralwärme verkehrt (? ſ. Muncke Hdb. d. Naturl. I. 453 und oben S. 141 Anm. *), theils auch, in ſoweit

*) Die angezogene Stelle lautet wörtlich: Es ſcheint mir aus einer Menge von Erſcheinungen mit einem hohen Grade von Gewißheit hervorzugehen, daß verſchiedene Wärmephänomene nicht ſowohl aus einer eigentlichen Vermehrung, einem Ueberſtrömen, einer Bewegung des Wärmeſtoffes, als vielmehr aus Schwingungen deſſelben, Undulationen, Wellen deſſelben zu erklären ſind, und ſo wie wir daher bei der Luft eine Menge Wirkungen aus dem Drucke und der Bewegung derſelben (Aëroſtatik, Pneumatik), andere dagegen, namentlich die des Schalles, aus ihren Wellen erklären, ebenſo würden manche Erſcheinungen der Wärme auf Vermehrung

es in den Körpern das Vermögen die Wärme zu condenſiren und um ſich zu ſammeln ſteigert (dieſes Lehrb. I. 258 und oben

---

und Bewegung derſelben, andere auf wellenartige Schwingungen zurückzuführen ſeyn. Es darf dann nicht auffallen, daß oft ſo große Wirkungen der Wärme ohne eine eigentliche Vermehrung derſelben zum Vorſchein kommen, denn die Schwingungen des Wärmeäthers können immerhin auf ähnliche Weiſe einen verhältnißmäßig bedeutenden Effect zeigen, als die Schallwellen ohne eigentliche fortſchreitende Bewegung und noch weniger durch eine Vermehrung der Maſſe dennoch die größten maſſiven Gebäude erſchüttern. Hierauf würde ich hauptſächlich die Erſcheinungen der Wärmeſtralung zurückführen (und ich auſſerdem noch, wie es mir ſcheint — mit ebenſo großem Rechte: die der Wärme-Leitung K.) weil es ſonſt einen bishero unerklärlichen Widerſpruch einſchließt, daß die Wärme ſich durch trockne Luft ſo langſam bewegen und zugleich große Räume in unmeßbarer Geſchwindigkeit durchlaufen ſoll. Dieſe Schwingungen würden dann auch durch den Wärmeſtoff des leeren Raumes, ohne ein eigentliches Durchſtrömen, fortgepflanzt werden." — Noch fügt M. ebendaſ. weiter hinzu: Endlich iſt es fraglich, ob nicht die Wärme, wenn ſie an irgend einer Stelle hervorgerufen wird, ſich nach dieſem Orte hinzieht, ohne auf ihrer Bahn meßbar zu ſeyn. Wollte man dieſes annehmen, ſo ließen ſich hieraus manche Erſcheinungen, namentlich die Reſultate der durch Rumford und Davy erzeugten Reibungswärme (vergl. Mendel in Scherer's Arch. f. d. theoret. Chem. I. 145 ff. K.) und viele meteorologiſche ſehr gut erklären; indeß iſt es ſchwierig hierüber etwas mit Gewißheit feſtzuſetzen." Ich erlaube mir dieſen Bemerkungen nachſtehende eigene folgen zu laſſen: α) Um Franklin's und Volta's Hypotheſe über die Ableitung der elektriſchen Erſcheinungen von einer Potenz (dem einen E; im Sinne der gen. Phyſiker) gegen gegründete Einwürfe der Dualiſten zu ſchützen, ſchlug ich den Anhängern der F'ſchen Anſicht vor: — E als erſchüttertes (oscillirend bewegtes) + E als fortbewegtes E zu betrachten; es war nur ein (in der von mir beſorgten 6ten Ausgube von Gren's Natnrlehre S. 698 f. mit engſter Notenſchrift mitgetheilter, darauf von Rösling mit breiter Textſchrift wörtlich wiedergegebener und angegriffener, aber nicht widerlegter) Vorſchlag, den ich machte: dem verewigten Gren zu Lieb, (der Franklin's Anſicht, in den früheren Ausgaben des gen. Lehrbuchs, zu der ſeinigen erhoben hatte) um als ſpäterer Herausgeber mit dem früheren, bei Hauptparthieen nicht in directen Widerſpruch zu gerathen; er wurde in den Heidelberger Jahrb. als leicht widerlegbar namhaft gemacht. Wie

S. 141). Mit Ausnahme der beiden letzten Anſichten, ſetzen dieſe Annahmen ſämmtlich voraus: daß das Licht ein anziehbarer Stoff und nicht Erfolg der Schwingung des Aethers ſey; eine Annahme, die jedoch faſt unhaltbar iſt, weil ſie die Phänomene der Interferenz des Lichtes ſo gut wie unerklärt laſſen muß (ſ. weiter unten: die Betrachtung der Photometeore) und eben ſo auch: daß der Wärme ein eigener chemiſch- und phyſiſch anziehbarer Daſeynsträger zum Grunde liege; welcher Behauptung aber hauptſächlich die Phänomene der Reibungswärme entgegenſtehen.

16) Unter jenen, welche eine chemiſche Vereinigung der Wärme und des Lichtes und dadurch bedingte Verſchiedenartung ſowohl der Wärme, als des Lichtes als naturgemäß betrachteten (vergl. m. Syſt. d. Chemie Einleit.) zeichnete ſich beſonders Sertürner aus, indem er dieſe Meinung ſowohl durch Verſuche, als durch Beobachtungen zu unterſtützen bemüht war; vergl. Deſſen: Kurze Darſtellung einiger Erfahrungen über Elemementar-Attraction ꝛc. (Göttingen 1820. 8.) und ſeine übrigen Schriften. Zur näheren Bezeichnung dieſer Anſicht, möge folgende Anwendung derſelben dienen, die Sertürner davon macht (gegen Wells; ſ. oben S. 136 ff. und 150) zur Erklärung des Thaues: Das kühle und ſehr kältende (ſchwache) Sternenlicht, und das, was der Dunſtkreis reflectirt, ſind die Urſache der Bethauung, indem es die Wärme begierig verſchluckt und (dadurch) die Körper abkühlt, in Folge deſſen ſich der Waſſerdunſt auf ihnen verdichtet. Der Schirm hält alſo das Licht, oder die (ſtralende) Kälte ab, welche das Firmament zu der Zeit auf die Erde wirft. Leslie's Aethrioſkop, oder Hell- oder beſſer: Lichtſeher (L's ſehr empfindliches thermometriſches Photometer (ſ. w. oben) zeigt, wie ſelbſt die zarten Wolken der höheren Regionen, dem Schirme analog, auf unſere

---

dieſer Vorſchlag modificirt werden müßte, um für die Elektricität Aehnliches gelten zu laſſen, was M. zum Unterſchied der Stralwärme und der übrigen Wärmephänomene anzunehmen geneigt, ergiebt ſich aus M's Darſtellung; „β) langſames Fortpflanzen der Wärme dnrch trockne Luft, dürfte wohl überall nur gleich ſeyn: einem Verbreiten der Wärme durch Bindung (von Seiten der Luft; was ich zum Unterſchiede von Leitung und Stralung durch Mittheilung zu bezeichnen verſuchte, in m. Experimentalphüſ. II. 570); γ) wenn die Wärme während ihrer Fortbewegung nicht meßbar iſt, ſo iſt ſie als Wärme auch nicht empfindbar, und da ſie unter ſolchen Umſtänden auch unerweisbar iſt, ſo iſt letzteres auch — wie es mir ſcheint — jede Anſicht, welche ſolche unmeßbare Wärme zum Erklärungsgrunde wählt, für einen im ſo hohen Grade auffallende Erſcheinung, wie es z. B. die Reibungswärme iſt.

Erde wirken, indem ſie den Zufluß des kalt machenden Sternenlichtes abhalten, den Thauproceß theilweiſe oder ganz unterbrechen, oder richtiger: die Abkühlung der Erde durch das Licht hindern. Meine Gegner gehen nun ſo weit, daß ſie in jenem, Stunden weit entfernten zarten Gewölke einen Schirm erblicken, welcher das ſo höchſt bewegliche Element, die Wärme, abhalten ſoll, auszuſtralen, oder ſich in das Univerſum zu ergießen. „Wie ein ſo zartes, leichtbewegliches, mit ſo großer Expanſivkraft begabtes Etwas, wie es die Wärme iſt, durch ein Meilen weit entferntes, zartes Hinderniß (Gewölk) abgehalten werden könne, die Erde zu verlaſſen und jene weite Reiſe zu den Sternen aufzugeben, das können wir, auch beim beſten Willen (? K.) nicht begreifen, wenn wir den Wärmeſtralen nicht einen hohen Grad von Verſchlagenheit und Verſtand beilegen wollen, ſo ohngefähr, daß ſie aus Furcht vor jenem fernen Gewölke ihren Hinterhalt nicht verlaſſen.“ — Klar wird aus dieſer wörtlich entlehnten Stelle: daß Sertürner ſich weder mit den neueren Unterſuchungen über die Stralwärme, noch mit Wells Theorie des Thaues vertraut gemacht hat; denn (folgen wir S. Stelle um Stelle) a) angenommen: das Licht ſey eine, an ſich abſolut kalte Materie, ſo kann es, S's eigener Hypotheſe zufolge, ſolche nicht bleiben, wenn es, von den Sternen der Erde zu, die Luft durchſtralt; es wird ſich vielmehr nothwendig eines Theiles der Wärme jener Luftſchichten bemächtigen müſſen, die es unterwegs berührt; b) Licht, das vom Dunſtkreis reflectirt wird, kommt, S's Anſicht gemäß, zu demſelben bereits mit Wärme beladenen an, und gewinnt noch an Wärme bei der Rückkehr zur Erde; c) Licht, das in die Körper eindringt, muß dieſelben, (S. zufolge) auch mehr oder weniger entwärmen; nun iſt bekannt (und jeder Gold-belegte Spiegel kann es ſichtbarlich bezeugen; vergl. m. Experimentalphyſ. II. 420, 433, 435), daß jeder Metallſpiegel das einfallende Licht mehr oder weniger eindringen läßt, bevor er einen Theil deſſelben (a. a. O. 420) reflectirt; es müßten daher die Metalle, weil ſie einen beträchtlichen Theil des auffallenden Lichtes in ihre Subſtanz eindringen laſſen leicht bethauen; aber es findet gerade das Gegentheil ſtatt; d) beim Gebrauch von Leslie's Photometer ſoll eine ſehr hohe zarte Wolke hinreichen, das Sternlicht abzuhalten (während die wenigſten Sterne hoch, d. h. dem Zenith nahe, die meiſten hingegen zwiſchen Zenith und Horizont ſtehen und mithin von den Seiten her den Körper auf der Erdoberfläche beleuchten) aber ſie ſoll zu klein ſeyn: um die Stralwärme eines oder einiger Erdkörper aufzufangen und denſelben wieder zuwerfen zu können! Eine Wolke, welche alles Sternlicht abhält, kann nur eine ſehr niedere ſeyn; ſie wird aber auch alle Erdſtralwärme zurückhalten, d. h. theils verſchlucken, größeren Theils aber (obgleich die Stralwärme nicht parallel, wie das Licht einzelner, ſehr weit entfernter Sterne, ſondern divergent ſich verbreitend auch bis zur Wolkenhöhe noch ziemliche Divergenz beſitzt) zurückſchicken zur Erde, und nur, wenn ſie ſolches leiſtet vollkommen verhindern: die Bethauung der darunter befindlichen irdiſchen Erdkörper; e) ſoll das Sternlicht ſo Beträchtliches leiſten (Körper entwärmen bis

zum bethauen), ſo muß es auch eine ſolcher Wirkung angemeſſene Intenſität beſitzen; das iſt aber nicht entfernt der Fall, wenn man dem Lichte nicht eine (als ſolche unannehmbare) *unendliche* Wärmecapacität zuſchreiben will; ſetzt man dieſe hingegen gleich der Capacität des Waſſerſtoffs für den Sauerſtoff, oder gleich der des tropfbaren Waſſers von 0° C. für den Waſſerdampf bis zur Temperatur von 100° C. (vergl. m. Experimentalphyſ. II. S. 625 und I. S. 129) ſo reicht ſchwerlich das geſammte Sternlicht, das eine ſternenhelle Nacht hindurch die eine Erdſeite beſcheinet hin, um der Erdoberfläche auch nur ſo viel Wärme zu entführen, als nöthig wäre eine Wieſe oder einen grünen Kornacker von ein Paar Quadratmorgen Fläche mit Thau zu näſſen; denn um eine Lichtintenſität zu gewähren, welche jener des Vollmonds (bei klarem Himmmel) gleich käme, müßten gegen 2214 Sterne 1ſter Größe (von Siriusglanz) am Himmel leuchten, und um jene des Sonnenlichtes darzubieten, würden gar gegen 764 Millionen ſolcher Sterne erfordert. Geſetzt aber auch, die Wärmecapacität des geſammten, in gegebenen Nächten zur Erde gelangenden Sternenlichtes reiche hin um die Körper der Erdoberfläche bis zum Naßkältepunkt zu entwärmen, ſo kann es dennoch dieſen Dienſt nicht leiſten α) weil es ſchon in der Luft Wärmegehalt genug vorfindet, um ſeiner Capacität zu genügen und β) daher ſchon als wärmehaltig, und vom Sonnenlicht nur durch geringere Intenſität verſchieden zur Erde gelangt; γ) weil es mit der Wärme des von ihm (nach S's Annahme) entwärmten Körpers beladen, in dieſem Körper bleiben muß, indem es, eingedrungen in die Körperſubſtanz von derſelben angezogen und dadurch am Wiederentſtralen verhindert wird. Es würde daher nur wieder entweichen können, in ſofern es ein verflüchtigungsfähigerer gewichtiger Stoff in ſich aufnehme und dann vergaste. Solchen Stoff bietet in und an denen der Bethauung fähigen Körpern (im Graſe, Holze ꝛc. — aber auch am unporöſen Glaſe u. dergl.) zunächſt nur dar: das Waſſer; und zwar am vollkommenſten: das zuvor ſchon durch Bethauung angeſammelte. Käme es daher wirklich zur Bethauung, ſo würde dieſe durch die Sternlichtbeſtralung eher wieder aufgehoben als vermehrt werden müſſen; vorausgeſetzt, daß das Sternlicht Intenſität genug beſäße: um bei dieſem und ähnlichen Proceſſen überhaupt etwas Erkleckliches leiſten zu können. — Entwärmt kann durch das Licht, vorliegenden Verſuchen und daraus gezogenen Folgerungen gemäß (I. 334) nur die obere Luft werden, ſofern ſolches Licht ſie durchſtralt, ohne die Erde zu erreichen; und die (a. a. O.) erwähnte *Kälte kurz vor Sonnenaufgang*, ſowie jene *bald nach Sonnenuntergang* ſind zum Theil Erfolge dieſer Art von Luftentwärmung. — Letztere im auffallenden Grade zu beobachten, ward mir beſonders während dieſes Spätherbſtes, und mehrmals auch ſchon während einzelner Spätſommer-Abende dieſes Jahres (1829) Gelegenheit; wir hatten nämlich hier in Erlangen zu den bezeichneten Zeiten faſt täglich ſehr empfindliche, aber nur ½ bis 1 Stunde, höchſtens 2 Stunden anhaltende Sonnenuntergangs-Kälte, bald darauf nachdem das Sonnenbild am weſtlichen Horizont gänzlich verſchwunden war. Das Thermometer fiel dann ſehr ſchnell gegen 1°,5 bis

2°,5 auch wohl bis 3° C., ſtieg aber 2 bis 3 Stunden darauf, gegen Mitternacht hin (beſonders gleich anfänglich nach der Periode des Fallens) ſehr merklich, ſo daß es bis gegen 10 und 11 Uhr Abends wieder nahe die Sonnenuntergangs-Temperatur hatte, und die Spätabende ſich warm und mild zeigten.

17) Je größer die Höhe der Luftſäule iſt, die von dem gegen die Erde einfallenden Sonnenlichte durchſtralt wird, um ſo wärmereicher muß, obiger Anſicht gemäß, das zur Erde gelangende Licht ſeyn. Länder, deren wärmereiche Luft ſich zu geringen Höhen erhebt, müſſen daher auch von ſenkrecht einfallenden Sonnenſtralen ſtets um etwas weniger erhitzt werden, als die höchſt belufteten; z. B. als die Aequatorialgegenden.

18) Leslie's Aethrioskop (oben S. 220) iſt ein Differentialthermometer, von deſſen Kugeln die eine vergoldet worden, während die andere im Brennpunkte eines paraboliſchen Hohlſpiegels ſteht. Dieſe Kugel erkaltet um ſo ſchneller und um ſo mehr, je klarer der Himmel iſt. Es leiſtet dieſes Inſtrument für die Lichtmeſſung des Himmels allerdings mehr als Sauſſure's und Parrot's Kyanometer; ſ. oben S. 150 und Gilbert's Ann. XX. 69.

§. 210.

Wolken, die in Höhen vorkommen, welche mehr oder weniger beträchtlich hinausragen über die Schneegränze eines Ortes (I. 314 ff. und oben S. 209) können nicht beſtehen aus Waſſerdunſtbläschen (aus Nebelbläschen, deren Hülle zuſammenziehend-flüſſiges Waſſer, d. i. geſchmolzenes Eis iſt), ſondern müſſen zuſammengeſetzt ſeyn, aus hohlen Eisſphäroiden, deren jedes einzelne erfüllt iſt mit Waſſergas: von der Temperatur der Hülle, und die, weil ſolches Gas eine weit geringere Dichte beſitzt (nach Gay-Luſſac $\frac{10}{16}$ der gleichen Temperatur ꝛc. unterliegenden Luft) als die umgebende Luft — auch das Eis mehr ausgedehnt und daher minder gewichtig erſcheint, als das tropfbare Waſſer — in einer weit dünneren (höheren) Luft ſich werden ſchwebend erhalten können, als dieſes denen gewöhnlichen Dunſtbläschen möglich iſt; auch ſelbſt, wenn ſie nicht zur eigentlichen Wolke vereint beſtehen, ſondern wenn ſie vielmehr noch noch über die Auseinanderſtellung jener Bläschen, wie ſie in der Schleierwolke vorkommen, hinaus von einan-

der entfernt und dadurch in wolkenloſe Lufttrübe verwandelt, im Raume der Atmosphäre ſich verbreiten.

§. 211.

Vermuthlich entſtehen dieſe Hohleis-Sphäroidchen aus kleinſten Tröpflein, die, indem ſie gefrieren, ſich vorzugsweiſe nach Auſſen hin ausdehnen (und dadurch die Möglichkeit eines hohlen Innenraums begründen), weil ihre Auſſenflächen erſtarrend (im Momente des Erſtarrens) von Auſſen her einem geringeren Drucke unterliegen, als von Innen zu; wo in ſolcher Zeit noch tropfbares Waſſer gegeben iſt. Vermöge ihrer ungemeinen Kleinheit werden ſie (wie auch die kleinſten Waſſerdunſtbläschen) ſich in der ſehr verdünnten Luft (auſſer denen im vorigen §. genannten Gründen) ſchwebend erhalten: a) weil ſie im Verhältniß zu ihrer Maſſe zu große Oberfläche darbieten, um den Widerſtand der Luft überwältigen zu können; b) weil ſie durch die fortdauernd aufſteigenden wärmeren Luftſtröme (oben S. 101) mechaniſch am Fallen gehindert werden; c) weil ſie gegenſeitig das auffallende Licht ſo mannigfach und vielfach rückſtralen, daß ſie dadurch die zwiſchen ihnen befindliche Luft der Durchſichtigkeit berauben und mithin bewirken: daß auch dieſe Zwiſchenluft — mehr erwärmend und entſprechend ausgedehnt — aufſchnellt, und ſo aufwärts ſtoßend gleichfalls die Bläschen am Unterſinken hindert; d) weil ſie (hauptſächlich durch Beleuchtung) gleichnamig elektriſirt (II. 614 Anm.) einander abſtoßen und dadurch ſich nicht blos in den Abſtoßungskräften entſprechenden Abſtänden erhalten, ſondern ſich auch gegenſeitig verhindern am Fallen. — Ueber Minderung des mittleren Eigengewichts der Waſſer-Dunſtbläschen durch Wärmedehnung; ſ. I. 258.

§. 212.

Jene Wolken, welche dem Aequatorialwaſſergaſe entſtammend den Polargegenden zuſinken (II. 611 — 613), ſie

ſie werden es vorzüglich ſeyn, die nicht Waſſer-, ſondern Eisdunſtbläschen zu Geſtaltungstheilen beſitzen; aber ohnſtreitig auch alle übrigen, welche in Höhen erſcheinen, die über $\frac{3}{4}$ Meile hinausgehen. Denn, obgleich ſchon hier unten auf der Erde ruhiges Waſſer bis zu 10° unter 0° C. und noch darunter kalt werden kann — ohne zu gefrieren, und ohngeachtet das geſpannte (in der Gegenſtellung ſeiner Theile beharrende) Hüllenwaſſer der Dunſtbläschen, als ruhendes: ein ſehr ſchlechter Wärmeleiter und nicht nur in Folge der Cohäſion ſeiner Theilchen, ſondern auch gemäß der entgegengeſetzt-elektriſchen Anziehung des von ihm eingeſchloſſenen Gaſes ein am Verdampfen und dadurch am Tiefer-Erkalten ſehr gehindertes Waſſer iſt, ſo dürften doch jedenfalls, bei Höhen die über 3000 Toiſen hinausreichen: die Temperaturen der Umgebung zu tief ſeyn, als daß das Hüllenwaſſer unkryſtalliſirt zu beſtehen vermöchte.

§. 213.

Aber nur für jene Wolken oder Dunſtbläschen-Schichten, welche urſprünglich in ſehr hohen Regionen durch Waſſergaskühlung erzeugt werden, laſſen ſich Eisſphäroiden annehmen, die zu klein ſind, um beim Werden in Eisſchüppchen (Sphäroidhüllen-Bruchſtücke) zu zerſplittern; jedes in niederen Luftſchichten erzeugte Bläschen dagegen, das — aufwärts getrieben — bis zum Gefrieren ſeiner Hülle erkaltet, wird (da es nichts weniger als ſehr geringen, ſondern vielmehr ſehr beträchtlichen Hohldurchmeſſer beſitzt; I. 257) gefrierend zerreißen (oben S. 207-211) und ſo zunächſt das bilden, was im I. B. (S. 216 Bem. 14) durch Eisflimmern bezeichnet wurde, die beim Entſtehen ſich gegenſeitig vereinen, oder, wahrſcheinlicher, die ſchon entſtanden durch Feuchtziehung (ſolche richtend: gegen das von der Erde aufſteigende Waſſergas) ſich vergrößern und ſo in vollſtändige Eiskryſtalle übergehen.

§. 214.

Hienach giebt es der Entſtehung, Theilchen-Geſtaltung und Theilchen-Beſchaffenheit nach **zweierlei Familien** von **Wolken**, nämlich **Eiswolken** und **Waſſerwolken**, deren jede, theils ihrer inneren Beſchaffenheit, theils ihrer Umgrenzung und räumlichen Ausdehnung nach (wie wir weiter unten ſehen werden) in einige Gattungen, Arten und Abarten zerfällt. Die erſtere von dieſen Familien bezeichnet ſich durch ſtarkes **Weißleuchten** (theils durch Inſolation, theils durch Elektricitätsſtrömung bewirkt; II. 611 ff.), die letztere durch größere **Dunkelung** (bis zum gänzlichen Mangel an Phosphorescenz) und **Farbenmannigfaltigkeit**; beide ſind durch Abändern ihres Höhenſtandes, Luftbewegung nnd elektriſche Gegenziehung in Abſicht auf Anſehen (ſcheinbare und wirkliche Umgrenzung) veränderlich, letztere jedoch mehr als erſtere (II. 614) und beide können ſich abwechſelnd mehr ſenken und wieder mehr heben, je nachdem ſie ſchwerer und wieder leichter werden: durch hygroskopiſche Wirkung ihrer Bläschenhüllen und Wiederverdampfung ſolches Hüllen-verdickenden tropfbaren, oder eiſigen Waſſers; oder auch: je nachdem ſie zuvor durch Elektricitätsentladung angehäuftes und ſie beſchwerendes Waſſer in Form von Gewitterregen oder Hagel verlieren, und alſo erleichtert nicht ſelten zu Höhen hinauf ſchweben, entfernt genug, um ſie unſeren Blicken gänzlich zu entziehen (und ſtatt ihrer zu hinterlaſſen: klaren Himmel — nach dem Gewitter) oder um ſie verwechſeln zu laſſen mit dem **blauen Himmel** (mit der in großen Maſſen geſehen: **blau** erſcheinenden Luft) ſelbſt; letzteres dürfte jedoch nur der Fall ſeyn bei ſehr hoch gehenden **Eiswolken** (I. 212).

1) Die Dichte, wie die Dicke der Wolken vermögen wir nur ohngefähr zu ſchätzen: nach der Verdunkelung, die ſie hervorbringen, wenn bei nahe gleichen Höhen z. B. vor den Vollmond, oder vor die Sonne treten; genauer hingegen mittelſt Auffangung des von ihnen reflectirten Lichtes durch Hohlſpiegel und Concentrirung deſſelben innerhalb einer thermometriſchen Subſtanz (**Leslie's** Aethrioskop),

oder auch durch der Bethauung fähige Körper (oben S. 137, 141, 150 und 153). Den relativen Reichthum der Luft an trübender Subſtanz, hauptſächlich an Dunſtbläschen, würde man übrigens photometriſch auch dadurch ſchätzen können: daß man α) einen langen Hohlcylinder — deſſen Wände undurchſichtig und der an jedem ſeiner Enden durch eine klare, eben begrenzte Glasplatte geſchloſſen ſeyn müßte — in einem Verſuche mit reinſter trockner Bergluft und in dem anderen, dritten ꝛc., mit der zu prüfenden Luft füllte, und in allen Verſuchen bei gleicher Auſſenbeleuchtung ein und denſelben kleinen Körper (z. B. Buchſtaben) zu ſehen trachtete, wo dann der kürzere Zwiſchenraum für die geringere Dunſtmenge ſpräche; (wobei jedoch die Abnahme der Lichtintenſität durch Verbreitung berückſichtigt werden müßte; m. Experimentalphyſ. II. 406) β) denſelben Verſuch zuvor angeſtellt mit einer mit Waſſergas geſättigten, aber dunſtfreien Luft von derſelben Temperatur, um ſo Vergleichungsgrößen zu gewinnen, und wenn man γ) jedenfalls zugleich ermittelte die Dichte des in ſolcher ihrer Trübe nach zu prüfenden Luft enthaltenen Waſſergaſes und die abſolute Menge des in derſelben, bei gegebenem Volum (z. B. bei jenem des Hohlcylinders) ſowohl als Gas, wie auch als Dunſt enthaltenen Waſſers; oben S. 148. Zwei gleiche Luftvolumina, die bei dergleichen Verſuchen (deren einer z. B. den einen, der andere den folgenden Tag angeſtellt worden wäre) zwar relativ gleiche Waſſergasmengen, aber abſolut ungleiche Waſſermengen enthalten, würden hinſichtlich ihres Waſſerdunſtgehaltes zu einander im Verhältniß ſtehen, wie ihre abſoluten Waſſermengen *).

2) In dunſtarmer, aber waſſergasreicher, freier Luft, rücken entfernte Gegenſtände (z. B. auch Wolken; Berge ꝛc.) ſcheinbar näher: in Folge der mit dem Waſſergasgehalte ſteigenden Durchſichtigkeit der Luft; oben S. 151 und S. 17. Auch gewinnt die Luft

---

*) Die Beantwortung der Frage: wie viel Waſſergas in einem luftleeren oder lufterfüllten Hohlraume ſich befindet, Falls ſolches Gas das der ſtatthabenden Temperatur entſprechende Maximum ſeiner Dichte beſaß? läßt ſich geben: mittelſt der oben S. 18 befindlichen Tabelle (vergl. mit S. 198 Bem. 3), indem man derſelben die der Temperatur des Hohlraums entſprechende Spannungsgröße e (vergl. oben S. 134) entnimmt und, Gay-Luſſac's zuvor erwähnten Verſuchen gemäß, die Größe der geſuchten Waſſergasmaſſe ſetzt $= \frac{10}{16}$ jener Luftmaſſe, welche derſelbe Raum bei der beobachteten Temperatur und unter dem Drucke e zu faſſen vermag. War aber das zu beſtimmende Waſſergas nicht in ſeinem Dichtigkeitsmaximum, ſo muß zuvor die Expanſivkraft deſſelben ermittelt und dieſe ſtatt e in die Rechnung aufgenommen werden; oben S. 17, 134 und 190.

an Gleichförmigkeit in der Schallverbreitung, wenn ſie weniger Dunſtbläschen enthält.

3) Jene erwärmten Luftſchichten, welche empor ſteigend zur Schwebe der Eis- und Waſſer-Dunſtbläschen beitragen, verlieren übrigens, indem ſie in den höheren Regionen anlangend ſich ausdehnen an fühlbarer Wärme; da ſie aber je höher hinauf, je mehr vom Drucke der Atmosphäre entlaſtet erſcheinen, ſo werden ſie in ihrem Aufwärtsſteigen beſchleunigt, und gelangen ſo in höhere Luftſchichten, als ſie eigentlich ihrer Dehnung nach erreichen ſollten; hier ankommend dehnen ſie ſich wieder aus, aber nicht auf Koſten der eigenen fühlbaren, ſondern auf jene der Wärme der Umgebungen, und erzeugen auf ſolchem Wege für dieſe Umgebungen — Kälte. Senken ſich dagegen aus dieſen höheren Umgebungen kältere Lüfte unterwärts, die Stelle der wärmeren empor geſchnellten einnehmend, ſo werden ſie Zuſammendrückung und damit Wärmeentbindnng erleiden; beide Urſachen tragen ohnſtreitig bei zu dem beträchtlichen Temperaturunterſchied der niederen und der Wolkenregion, und damit zur plötzlichen Erzeugung und Beſtandesſicherung der Wolken: innerhalb gewiſſer Höhen. Wirkten dieſe Urſachen nicht, ſo würden wir ſowohl beim Gebirgsbeſteigen, wie auch mittelſt Beſchauung von unten herauf, die Wolkenregion nicht wie abgeſchnitten, d. h. nicht wie unmittelbar getrennt von der unteren durchſichtigeren Luft wahrzunehmen haben *).

4) Zur Beſtimmung der mittleren Höhe der Waſſerwolkenregion (wie jener der Schneegränze) eignen ſich für unſere Gegenden vorzugsweiſe die Monate Auguſt und September; weil in ihnen die Gewitterperiode vorüber und der vergängliche Winterſchnee der Hochgebirge gänzlich verſchwunden und nur der höher gelagerte ewige Schnee **) geblieben, auch noch kein neuer Winterſchnee hinzugekommen iſt. Eine zur Zeit vollſtändigſte Zuſammenſtellung der beobachteten einzelnen Höhen der Schneegränze (mittlere Schneegränze; Grenze des ewigen Schnee's) hat Hällſtröm geliefert (vergl. Gehler's Wörterb. n. Aufl. III. 1023 ff.). Zur Ergänzung der im I. B. dieſ. Lehrb. S. 314 mitgetheilten Beobachtungsergebniſſe, mögen hier noch nachſtehende folgen:

---

*) Vergl. weiter unten S. 236.

**) Verſchieden von der Grenze des ewigen Schnee's (d. h. von der eigentlichen Schneegränze) iſt die des jeweiligen Schnee, d. i. jene Luftregion, innerhalb welcher ſich für gegebene Orte, von Zeit zu Zeit (zumal im Winter; manchmal ſchon im Herbſt und noch im Frühling) Schnee bildet; ſie iſt in Abſicht auf Höhe nichts weniger als beſtändig, die des ewigen Schnee's hingegen mehr oder weniger unverrückbar.

Name.	Geogr. Breite des Orts.	Höhe der Schneegränze in Toiſen.	Beobachter.
Chimboraço		14826	A. v. Humboldt.
Vulcan von Puras . .	2° 18′	2420	— —
Tolima	4° 46′	2380	— —
Ebene von Mexiko . .	18°58′ bis 19° 21′	2350	— —
Pic von Teneriffa . . .	28° 17′	1908	— —
Kaukaſus	42° 43′	1650	Parrot.
Himalaya ſüdlicher Abhang	30° 40′ 31° 4′	1950	Webb und Raper.
— nördl. Abhang	— —	2605	— —
Ebene von Grenada-Gipfel	37° 4′	1780	A. v. Humboldt.
Atlas	31° 0′	1925	Ali Bey.
Aetna	37° 33′	1650	Sauſſure.
Pyrenäen	42° 45′	1265 . . bis 1600	A. v. Humboldt.
— —	— —	1450	Ramond.
— — Nordſeite . .	— —	1248 bis 1333	Parrot.
— — Südſeite . .	— —	1333 . . bis 1539 . .	— —
Schweizer Alpen . . .	45° 30′	1420	L. v. Buch.
— — — . . .	45° 30′	1350	Sauſſure.
— — — . . .	46° 0′	1370	A. v. Humboldt.
— — — . . .	46° 0′	1370	Wahlenberg.
Karpathen	49° 0′	1333	— —
—	49° 10′	1330	A. v. Humboldt.
Island	65° 0′	482,66	Olafſen.
Schweden	66° 30′	669	L. v. Buch.
Norwegen	67° —′	600	— —
—	70° —′	550	— —
—	71° 30′	366	— —
Nordkap	71° —′	367	— —

Auffallend iſt in dieſer Tabelle das beträchtliche Sinken der Schneegränze über Island; was, wenn die Beobachtung auſſer Zweifel ſteht, nur durch die vulkaniſche Wärme des dortigen Bodens

erklärbar iſt. Hinſichtlich der in der Tabelle vorkommenden Höhen vergl. auch I. 93 ff.

5) Selten iſt der Himmel einer Gegend nur von **einer** Wolke bedeckt; gewöhnlich lagern mehrere einzelne ſo wenig fern neben- und nicht ſelten auch übereinander, daß ſie eine Wolke zu ſeyn ſcheinen. Dem Umfange nach ſehr verſchieden, zeigen jedoch die Schleierwolken und die Wolken naher Gewitter die bedeutendſten Größen; Entfernung und Stellung gegen das Auge des Beobachters ändern indeß die Scheingröße dieſer und aller Wolken ſtets mehr oder minder. Am meiſten belehrend hierüber iſt, was G. W. **Brandes** in ſeinen (ſchon im Iſten Bande 220 benutzten) Beiträgen S. 308 u. ſ. w., wie folgt bemerkt: Hoch über der Erde ſtehende Wolken ſind viel weiter, als man ſich es gewöhnlich denkt, von uns entfernt, wenn wir ſie am Horizonte ſehen, und daher ſind die hoch genug über der Erde ſtehenden Wolken, die uns vom Horizont bis zu 3 Gr. Höhe erſcheinen, über eine ſehr weite Gegend ausgedehnt. Folgende Tafel

Senkrechte **Höhen** der Wolken üb. der Erde.	Entfernung des Ortes, wo die Wolke im Zenith ſteht, vom Beobachter, wenn ſie dieſem in den hier unten ſtehenden Höhen über dem Horizonte erſcheint.					
	30 Gr. hoch.	10 Gr. hoch.	5 Gr. hoch.	3 Gr. hoch.	2 Gr. hoch.	1 Gr. hoch.	im Horizont.
2000 Fuß	$\frac{1}{6}$ Meile	$\frac{1}{2}$ M.	1 M.	$1\frac{1}{5}$ M.	$2\frac{1}{2}$ M.	5 M.	12 M.
5000 F.	$\frac{3}{8}$ M.	$1\frac{1}{4}$ M.	$2\frac{1}{2}$ M.	4 M.	$5\frac{3}{4}$ M.	$9\frac{1}{2}$ M.	$20\frac{1}{4}$ M.
10000 F.	$\frac{3}{4}$ M.	$2\frac{1}{2}$ M.	5 M.	$7\frac{3}{4}$ M.	$10\frac{1}{2}$ M.	$16\frac{1}{4}$ M.	$27\frac{1}{2}$ M.
15000 F.	$1\frac{1}{8}$ M.	3_8 M.	$7\frac{1}{4}$ M.	11 M.	15 M.	$21\frac{3}{4}$ M.	$33\frac{1}{2}$ M.
20000 F.	$1\frac{1}{2}$ M.	5 M.	$9\frac{1}{2}$ M.	$14\frac{1}{2}$ M.	$22\frac{1}{2}$ M.	$26\frac{1}{2}$ M.	39 M.

zeigt; daß eine auch nur 5000 Fuß hoch ſtehende Wolke von $\frac{1}{4}$ Grad Scheinbreite (das iſt: groß genug, um die Sonne halb zu verdecken) wirklich 1 Meile breit iſt, wenn ihr unterer Rand 1 Grad hoch ſteht, und $1\frac{1}{2}$ Meile breit, wenn ſie 10000 Fuß hoch ſteht. Sähen wir alſo drei Wolken, die ſich 10000 Fuß hoch über die Erde befinden, am Horizont ſo übereinander ſtehen, daß jede $\frac{1}{2}$ Grad breit und $\frac{1}{2}$ Gr. von der nächſten entfernt erſchiene: ſo hätte die erſte (d. i. jene, welche von $\frac{1}{2}$ bis 1 Gr. Höhe reicht) etwa 4 Meilen wahre Breite; der helle Himmel zwiſchen ihr und der nächſten wäre etwa 3 Meilen und die nächſte Wolke 2 Meilen breit; der folgende heitre Streif von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Gr. ſcheinbarer Höhe würde nicht völlig 2 Meilen, und die dritte Wolke mehr als 1 Meile breit. So ungefähr mag es ſich bei der (ſpäterhin näher zu beſtimmenden) **fedrigen**

Schichtwolke wirklich verhalten, da ſie wohl 10,000 Fuß hoch über der Erde ſchweben dürfte; und zugleich erhellet auch, wie ſolche Wolkenſchicht, wenn unſere Geſichtslinie Meilen weit durch ſie geht, uns die Sonne ganz dunkel, mit dem tiefſten Blau verdecken könne, während wir ſie im Zenith für faſt durchſichtig halten, ja ſie vielleicht zuweilen kaum gewahr werden. — Noch größere Längendehnung bieten dar die eigentlichen Federwolken (d. h. gewöhnlich die erſten Wolken, die noch lange anhaltend heiterem Wetter auf dem dunklen Blau des Himmels ſich zeigen) und jene ihnen in Abſicht auf Geſtalt, Vorkommen und Entſtehungsbedingung nahe ſtehenden langen ſchmalen Wolkenſtreifen, von welchen Howard und Forſter vermuthen, daß ſie die Elektricitäten entfernter Gegenden ausgleichen und die unter andern auch v. Göthe (Deſſen Leben. 2. Abth. 2. Th. 272) beſchreibt: als ſchmalen Bogen aus lichtem Gewölk, der, von Girgenti aus geſehen, mit dem einen Fuße auf Sicilien ruhend, ſich hoch am blauen, faſt ganz reinen Himmel hinwölbte, mit dem anderen hingegen den fernen Meeresſpiegel zu berühren ſchien und (der von dortiger Gegend und Himmelsſchau Kundigen ertheilten Verſicherung gemäß) genau in der Richtung nach Malta gedehnt war. — Rechnet man für dergleichen Wolken auch nur 5000 bis 6000 Fuß Höhe und ihre beiden Enden 1 Grad über dem Horizont, ſo muß ihnen doch eine Länge von 20 Meilen zukommen, und ſteigt ihre Höhe bis 8000 und 10000 Fuß, ſo werden ſie über 30 Meilen hinausreichen, und noch beträchtlich weiter, wenn man annehmen darf (wozu allerdings Grund vorhanden iſt; B. a. a. O. 295 ff.), daß dieſe und ähnliche Wolken gewöhnlich in weit beträchtlicheren Höhen, nämlich in Schweblagen von 12000 bis 16000 Fuß hoch erſcheinen.

6) Ueber die Höhen der Wolken hat bisher nur Crosthwaite zu Keswick (im nördlichſten Theile Englands) anhaltende Beobachtungen angeſtellt, indem er die Nähe des 3150 Fuß hohen Berges Skiddaw benutzte, um die Höhen jener Wolken zu beſtimmen, welche niedriger ſtanden, als die Gipfelhöhe dieſes Berges. Aber Dalton, der dieſe Beobachtungen anführt (Meteorological observations and essays etc. p. 39) ſagt nicht, wie hoch C. jede Art von Wolke geſehen habe, ſondern giebt blos tabellariſch an: wie oft Wolken über 1000 Fuß hoch, über 2000 Fuß hoch ꝛc. ſeyen geſehen worden; nämlich unter 5381 Beobachtungen 293 mal Wolken von einer Höhe unter 1200 Fuß engl., 1640 mal zwiſchen 1200 und 2400 F., 1350 mal zwiſchen 3400 und 3150 F. und alle übrige Mal über 3400 F. hoch. — Als ich im September 1812 in Geſellſchaft meiner damaligen Halliſchen Collegen, der Profeſſoren Geſenius und Niemeyer (jetzt zu Greiffswald) den Brocken (nach Gauß's neueſten Meſſungen — mit Einſchluß der Marmorplatte auf dem cylindriſchen Thurm des Brockenhauſes, die 33,2 pariſ. F. über der Bergfläche liegt — 3541,4 par. Fuß über dem Nordſeeſpiegel; K. XVIII. 403) beſtieg, erhielten wir oben angelangt, nach einigen Stunden zuerſt ohngefähr 500 — 800 Fuß unter und etwas ſpäter wenigſtens um eben ſo viel über uns ein Gewitter, von denen das

letztere ſich theils mit Regen, theils mit eismaſſigem (faſt graupelnartig durchbrochenem) Regen und etwas Schnee entlud, der gegen Mitternacht ſo zuuahm, daß ich mich genöthigt ſah die Warte zu verlaſſen, von der aus ich bis dahin, den gewitterwolkigen Himmel über und die ſchwarzgraue, in der Gegend von Klausthal, von Zeit zu Zeit Blitze aufwärts ſchleudernde dichte Wolkenmaſſe unter mir zu beobachten bemüht geweſen war, und als ich im Frühling 1829 eine Nacht auf dem heil. Creuzberge in Franken (K. XVI. 496 ff.) zugebracht hatte, um Morgens darauf (bei heftigem Winde und 1° Lufttemperatur) von deſſen Gipfel aus die Sonne aufgehen zu ſehen, erblickte ich das wogende (dem ſturmbewegten Meeresſpiegel auffallende ähnelnde) Nebelmeer beiläufig gegen 150 — 200 Fuß unter mir, alſo die zugehörigen Wolken (wenn man die Höhe des heil. Creuzberges zu 2885 par. Fuß annimmt; ſ. a. a. O.) ohngefähr 2700 par. Fuß über dem Spiegel des mittelländiſchen Meeres. In dem Brockenbuche (Fremdenbuch im Brockenhaus) finden ſich „Klagen über ſchlechtes Wetter“ weit häufiger, als Belobungen ſchöner Tageszeiten; ohne Zweifel: weil der Gipfel des Brocken den größeren Theil des Jahres hindurch von Wolkenſäumen bedeckt erſcheint, während man unten (z. B. in Wernigerode) faſt klares, ſchönes Wetter hat.

7) Wenn jenes Nebelmeer (vorige Bem.) den überraſchend großartig ſchönen Anblick weit ausgedehnter, vom ſchiefen Luftſtoß zum Wellenwogen gebrachter Schichtwolken gewährt, wie ſie erſcheinen: wenn ſie aus klarer Himmelsluft von oben herab beſchauet werden, ſo zeigen auch die übrigen Wolkengattungen, zumal die Haufenwolke unter gleichen Umſtänden Begrenzungs- und Beleuchtungsverhältniſſe, welche, ausgezeichnete Naturſchöne verſprechend, die Schauluſt des Naturfreundes ungewöhnlich zu reizen vermögen. Als Graham und Beaufoy den 17. Juni 1824, Morgens 6 Uhr 8′30″ zu London in einem Luftballon emporſchwebten und gleich von vorn herein beim Beſchauen von London die ungewöhnlich angenehme Wirkung der Perſpective genoſſen (die für ſie um ſo ergötzlicher war, als es ihnen ſchien: als ob ſie ruheten, die Erde hingegen mehr und mehr ſinkend ſich fortbewege) bei 2304 engl. Höhe das Land in Form einer herrlich gezeichneten topographiſchen Karte erblickten, welcher beſonders die Schiffe ein wunderbares Anſehen ertheilten, beobachteten ſie bei dieſer Höhe eine Temperatur von 46° F. (= 6$\frac{2}{9}$ R.) bei 4128′ neben einem Barometerſtande von 25″5‴ die von 5°$\frac{7}{9}$ R. Der Ballon wurde nun nordwärts getrieben; und jetzt erſt empfanden die Luftſchiffer unbedeutende Anwandelung von Schwindel und Herzdrücken. Bis hieher waren 3$\frac{1}{2}$ Minute Zeit (von der Auffahrt an gerechnet) verſchwunden. Um 6 Uhr 15 Min. (alſo 3 Min. ſpäter) befanden ſie ſich in einer Wolke; das Barom. zeigte 23″3‴, das Therm. 3°$\frac{1}{9}$ R.; die Höhe war = 6240′. Das Hygrometer, das bei 2304 Fuß Höhe 15° Trockn. gezeigt hatte, bot deren jetzt 20° dar. Bis zum Eintritt in die Wolke waren noch alle Gegenſtände unter ihnen vollkommen unterſcheidbar geweſen:

Heerſtraßen gleichend orangen Fußpfaden, Getreidefelder ähnelnd grünen Streifen; ſobald man aber die Wolke durchſchwebt hatte, ſah man unter ſich nur mannigfach gruppirtes Gewölk, gleich einem weit verbreiteten ſehr ungleich eingebogenem und gewölbtem Meeresſpiegel. Die Gipfel der aus demſelben hervorragenden Einzelwolken erſchienen wie vergoldet und boten blendend ſchimmernd einen höchſt prachtvollen Anblick dar. Hin und wieder gewahrten ſie, höher ſteigend, zwiſchen einzelnen Wolkengruppen noch Kärtchen von Land. Gleich darauf als die Reiſenden in der Wolke angelangt waren, empfanden ſie Klingen und unangenehmes Gefühl in den Ohren, was ſie nun, weiter aufwärts nicht wieder verließ. (Daß die Wolke näſſend geweſen wäre, wird nicht bemerkt.) Fünf Minuten nach dem Eintritte in die Wolke, um 6 Uhr 10 Min. beobachteten ſie 21″,6 Baromet. (Höhe = 7872′) hörten ſie einen Kanonenſchuß, aber weder rollendes Geräuſch noch Echo. Um 5 Uhr 26 Min. war der Barometerſt. 20″,2; die Höhe = 9216′. Man hörte einen 2ten Kanonenſchuß. Die Wolken erſchienen tief unter den Reiſenden; man ſah ſie übereinander herrollen, alle erdenkliche Geſtalten annehmen und vermöge ſchief einfallender Sonnenſtralen die lebhafteſten und mannichfachſten Farben darbieten. Um 6 Uhr 31 Min. war der Barometerſt. gleich 19″,5; die Höhe 9888′. Das Thermometer zeigte 0° R.; das Hygrometer 25° Trockne. Eine Taube, die man entließ, flog ohne Bedenken aus, beſchrieb niederwärts 2 — 3 Kreiſe und verſchwand abwärts zwiſchen einer Wolken-Lücke. Um 6 Uhr 40 Min. hatte man 10171′ Höhe erreicht; Barometerſtand war = 19″,2; Hygromet. = 31° Trockn. Dieſe, wie alle zuvor genannte Höhen hatten die Luftſchiffer gefunden, indem ſie für jede Linie Fallen des Baromet. 96′ rechneten; indem ſie aber hiebei ein ziemlich raſch wachſendes Verhältniß als gleichbleibend nahmen, ſchätzten ſie in den unteren Luftſchichten die Höhen zu groß, in den oberen hingegen zu klein; ſie hatten in der Zeit des Barometerfallens um die letzte Linie nicht 96′, ſondern 105′,3 durchſchwebt, und ihr letzter Höhenabſtand von der Bodenfläche bei London war nicht = 10171′, ſondern = 12341 Fuß. Erſt in der Luftſchicht dieſer höchſten Schwebe empfanden ſie Froſt, der jedoch nachließ, ſobald ſie ſich ſenkten (beim Gebirgbeſteigen empfindet man ſchon bei weit geringeren Höhen merklichen Froſt, theils weil man ſteigend warm geworden und ſtark ausdünſtet, theils weil Eisumgebungen und kalter Boden die Luft mächtig kühlen). Sahen ſie ſenkrecht abwärts, ſo ſpürten ſie Schwindel; hingegen nicht, wenn ſie ſeitwärts blickten. (Als einer der Reiſenden, nachdem ſie wieder die Erde erreicht hatten, ſich ſchneuzte, empfand er ein Knallen, wie wenn nahe ſeinen Ohren ein Piſtol abgebrannt würde; und dieſes widerholte ſich den ganzen Abend hindurch, unter gleichen Umſtänden auf gleiche Weiſe.) Nachdem ſie den angegebenen höchſten Punkt erreicht hatten, hörten ſie einen dritten Kanonenſchuß und London war noch ſichtbar; ſie lüfteten nun ein wenig das Ventil und ſanken ſo langſam herab, nicht wiſſend: ob ſie wirklich ſänken, oder ſtiegen; etwas Silberpapier, das ſie zur Gondel hinauswarfen überzeugte ſie, indem es ſcheinbar ſtieg, daß ſie ab-

wärts ſchwebten. Um 6 Uhr 56 Min. hatten ſie 24″,5 Barometerſtand, von ihnen berechnet zu 5088′ Höhe. Die Wolken erſchienen jetzt dicker und ihr Ballon gerieth in wirbelnde Bewegung, die in ihnen ein nicht zu beſchreibendes, unangenehmes Gefühl erzeugte; der Blick hatte nirgends einen Ruhepunkt, die Stimme verlor ſcheinbar an Kraft (wenigſtens ſchien ſie ihnen gegenſeitig ſchwächer, als über und unter dieſer Wolkenſchicht). Uebrigens konnten ſie jetzt, wie zuvor, ohne Beklemmung athmen. (Einen ähnlichen goldfarbenen, prachtvollen Wolkenglanz, den die ganze untere Wolkenfläche — vom weſtlichen Horizont bis weit über den Zenith hinaus, gegen Oſten hin — ſpiegelte, ſahen wir hier, in Erlangen, einigemal an ſchönen Juniabenden, im Jahr 1828. Die dem Untergange ſich nähernde Sonne, gab, durch ſchiefe Stralung, die Veranlaſſung dazu.)

8) Während die hochgehenden Eiswolken, wenn ſie nicht von Winden getrieben werden, ſich lange Zeiten hindurch in ziemlich gleichbleibender Höhe erhalten, wechſeln die Waſſerwolken ſtets mehr oder weniger ihren Höhenabſtand; denn nicht nur die Schleier- und Schichtenwolke, ſondern auch die Haufenwolke iſt, zumal in der wärmeren Jahreszeit, der Senkung ihrer Bläschen bis zur Erreichung minderer wärmerer Luftſchichten, der eintretenden Vergaſung der geſenkten Theilchen und der Wiederabkühlung der alſo vergaſten und als Gas emporgeſtiegenen Bläschenſubſtanz zu neuen Bläschen unterworfen; am häufigſten tritt ſolcher Geſtaltungs-, Entſtaltungs- und Wiederbildungswechſel ein, wenn die Luftelektricität ſchwach iſt, hingegen weniger, und nicht ſelten ans Unmerkliche grenzend wenig, wenn die Luft ſtark elektriſirt und ihre unteren Schichten ſehr trocken erſcheinen. Im letzteren Falle beharren auch die waſſerreichſten Wolken häufig Tage lang in gleicher Höhenſchwebe, und nur die Bildung von Gewittern ändert ihre Form, wie ihren Gehalt. Dergleichen relativ geſtaltungs- und lagerungsbeſtändige Wolken zeigen ſich dann in ſo ſtarkem Grade geladen mit Elektricität, daß man mittelſt eines zu ihrer Nähe ſich erhebenden elektriſchen Drachens (ein Papierdrachen, wie ihn die Knaben fertigen und ſpielend benutzen, von demſelben jedoch dadurch verſchieden: daß ſein Rand und die Stäbe, welche die Papierfläche halten, dünnen Klavierdrath zur Seite haben, daß am Rande drei oder vier Drathſpitzen vorragen und daß alle Dräthe in der Schnur zuſammentreffen, die ſelbſt von Metalldrath durchflochten iſt) nicht nur auf das Elektrometer zu wirken, ſondern ſelbſt zu laden vermag kleine Leidner Flaſchen von 1—2 Quadratzoll Auſſen- und eben ſo viel Innenbeleg (gebildet aus kleinen Arzneigläschen, deſſen Auſſenbeleg mit einem Metallring verſehen iſt, aus welchem ein beweglicher gekrümmter Bogen aufwärts gerichtet hervortritt, deſſen mit einem Meſſingkügelchen verſehenes Ende gegenüberſteht jenem Meſſingkügelchen, deſſen Drathſtiel aus der unbelegten Flaſchenmündung hervorragt *)). Nähert man ſich dergleichen Wol-

*) Dieſe Flaſche dient, wie man ſieht, zugleich als Entlader,

ken auf Gebirgshöhen, ſo kann man mittelſt des Bennet'ſchen Luft-elektometers (ein Elektrometer, das mit einer langen Metallſpitze und rauchendem Zunder bewaffnet iſt und beim Gebrauch vollkommen trocken erhalten werden muß), oder beſſer mittelſt v. Bohnenberger's Elektrometer (mit zwei zamboniſchen Säulen), deſſen Zuleiter man mit einem, auf Reiſen im Stockfutteral mitführbaren, durch Zuſammenſchrauben bis zu 12 Fuß und darüber verlängerungsfähigen, ſcharf zugeſpitzten, durch chemiſche Fällung vergoldeten oder verkupferten dünnen Stahlcylinder verſehen hat, Art und Grad ihrer Elektricität leicht kenntlich machen. — Bei Gewitterwolken bedarf es häufig der elektriſchen Apparate gar nicht, um unzweifelhafte Zeugniſſe ihrer elektriſchen Ladung zu erhalten, obgleich erſtere noch nicht bis zur Entladung (Blitzſchleuderung) gekommen ſind. Eines ſehr merkenswerthen Falls der Art gedenkt v. Sauſſure d. ä. (Voyage

---

d. h. als Funken- (und dadurch Ladungs-) Meſſer; ſo wie ſie auch in vielen Fällen die Condenſatoren, Duplicatoren ꝛc. vollkommen erſetzt; zumal wenn man Innen- und Auſſenbeleg mit gutem Copallak überfirnißt und an erſterem nur die Verbindungsſtelle zwiſchen dem zur Flaſche herausragenden Drath, und an letzterem den, den Metallring berührenden ſchmalen Flächentheil firnißfrei läßt. Der in dem Ring eingefügte, gebogene Auſſendrath, muß alſo beweglich ſeyn, daß er mit ſeinen Kügelchen in einer verticalen Ebene nahe einen Bogen von 180° beſchreiben kann; beim Laden des Fläſchchen wird er abwärts gerichtet, wenn man ihn als Elektrometer und Condenſator zu nicht meteorologiſchen Verſuchen benutzen will, beim Entladen aufwärts. — Statt des fliegenden Drachen, pflegte man ſonſt auch zur Prüfung der Luft- und Wolken-elektricität benutzen: kleine Luftballons (Aeroſtaten) deren Schnüre leitenden Metalldrath enthalten; deßgleichen Pfeile, die mit leitenden Fäden verſehen in die Luft geſchoſſen werden, während das entgegengeſetzte Ende des Fadens mit dem Elektrometer in Verbindung ſteht ꝛc. In den ſog. Gewitterhäuschen (meteorologiſchen Obſervatorien Behufs der Prüfung der elektriſchen Ladung der Luft und der Wolken) dienen Blitzableiter zum Mittel um die Luft- und Wolken-elektricität dem Elektrometer, oder der elektriſchen Batterie zuzuführen; da letzteres gefährlich iſt, läßt man es in der Regel bei Erſteren (dem Verbinden mit dem Elektrometer) bewenden, und für dieſen Zweck reicht jeder andere Blitzableiter am Wohnhauſe ꝛc. hin, nur muß man die Einrichtung ſo treffen, daß man bei zunehmender Einwirkung auf das Elektrometer, die leitende Verbindung zwiſchen dem Blitzableiter und dem Elektrometer aufzuheben vermag; vergl. Gaſt's Beſchreibung der hierher gehörigen Vorrichtung auf dem Peiſſenberge; K. XIV. 494 ff.

dans les Alpes T. III. 1786). Es beſtieg derſelbe, während ſeiner Alpenreiſe, in Geſellſchaft von Jalabert und Pictet, den Breven. Pictet, mit einem Finger nach einem Berge zeigend (deſſen Lage er ſo eben in ſeinem Grundriſſe aufgezeichnet hatte) empfand dabei eine zitternd ſtechende Bewegung, und daſſelbe verſpührte unter gleichen Umſtänden auch ſeine, von ihm darauf aufmerkſam gemachten Begleiter, ſo wie die Führer, denen dieſe Art ſtechenden Gefühls in den Fingerſpitzen neu und unterhaltend war. Es dauerte nicht lange, ſo nahm dieſes Phänomen unter elektriſchen Ziſchen und Kniſtern zu, und eine Perſon deren Hut mit goldenen Treſſen beſetzt war, empfand dabei ein lebhaftes, zuletzt fürchterlich ſtark werdendes Brauſen und ſowohl aus dieſen Treſſen, als aus den Metallbeſchlägen der Wanderſtäbe ließen ſich innerhalb dieſer Luftregion ſichtbare elektriſche Funken ziehen. Man befand ſich nämlich gegenüber einer dunklen Wetterwolke, die ſich um die mittlere Gegend des Montblanc gelagert hatte. Inzwiſchen entwickelte ſich über ihnen ein heftiges Gewitter, was ſie nöthigte, abwärts zu ſteigen; ſie verließen daher einen Berggipfel, auf welchem ſie die Beobachtung gemacht hatten; kaum aber waren ſie 10 — 12 Toiſen von demſelben entfernt, als ſie gar keine Elektricität mehr verſpürten. Bald darauf trat Regen ein, die Reiſenden kehrten wieder zur Höhe zurück und verſuchten es nun daſelbſt vergeblich: auch nur eine Spur von Elektritität wahrnehmbar zu machen; ſelbſt ein elektriſcher Drache wurde nun ohne Erfolg zum Aufſteigen gebracht, wohl aber zeigte ein kleines Elektrophor (des v. S. mit zur Höhe herauf genommen worden war) nun ſtärkere Elektricität, als zuvor unten auf der Thalebne. — Wäre es im obigen Falle dunkel genug geweſen, ſo würden ohne Zweifel die Reiſenden ihre Fingerſpitzen, Huttreſſen ꝛc. haben leuchten ſehen; d. h. ſie würden dann an ſich ſelber wahrgenommen haben jenes Phänomen, das unter dem Namen St. Elmsfeuer ꝛc. bekannt iſt.

9) Man findet, bemerkt Volta (deſſen Briefe an Lichtenberg S. 186 vergl. Brandes a. a. O. 519) die auf der Erde ruhenden Nebel ſtärker elektriſch, als die heitere (von Elektricitätsträgern freie, oder faſt freie) Luft, und Wolken, welche als ſolche (unzertheilt und unvergaſt) ſich in der höheren, iſolirenden (ſchlechter leitenden *)) Luft unzerſetzt erhalten, bleiben auch zugleich ſo lange dieſe Luftbeſchaffenheit währt, unverringert geladen. Die Grundfläche ſolcher Wolken pflegt genau horizontal zu ſeyn, weil ſie von der Erde und den unteren Luftſchichten abgeſtoßen werden; wie bei den Wolken faſt jeder Art zu erſehen iſt, kurz vor Gewittern. Auch weiß man: (Configliachi's Beobachtungen gemäß; Gilbert's Ann. LV. 341) daß an Luftſtellen, wo Tags zuvor Gewitterwolken zerſetzt wurden, die Luftelektricität zu Zeiten noch ſo ſtark iſt,

*) Vergl. oben S. 27 ff.

daß ſie aufs Elektrometer wirkt; dieſe Stellen ſind es aber, wo ſich Tags oder auch bald darauf gerne wieder Haufenwolken bilden; gleichſam: als würden zu dieſen Stellen hin die entferuten und zerſtreueten Dunſtbläschen gezogen. Volta bemerkte ſehr oft ein täglich erneuertes Entſtehen von Gewitterwolken in jenen Thälern und Bergſchluchten, in welchen Tags zuvor Gewitter geſtanden hatten und ſeine Beobachtungen lehrten ihm: daß nicht etwa örtliche Umſtände das eine oder das andere Thal zur Wolkenbildung geſchickter machten, ſondern daß irgend ein Thal, wenn ſich einmal eine Gewitterwolke darin gelagert hatte, und ohne völlige Entladung verſchwunden war, an jedem folgenden Tage zu neuen Wolkenbildungen vorzüglich geſchickt erſchien. Hier nämlich (fügt Brandes a. a. O. 320 hinzu), in der von geſtern her elektriſirten, und oft auch ſtark abgekühlten Luft, bildet ſich der erſte Keim der neuen Wolke, hier wird ſie allmälig dichter und dunkler und hier iſt es, wo ſie oft zur völligen Ausbildung und zum Ausbruch des Gewitters gelangt. Nach dieſem Allen darf man alſo wohl ſagen: Die Elektricität ſammle hier die Dünſte und bilde hier die runde Wolkenmaſſe, deren einzelne Theilchen vielleicht nur darum nicht in Tropfen zuſammengehen, weil ſie elektriſirt ſind, und folglich, ſich abſtoßend, in gewiſſen Fernen ſich von einander halten. Vgl. hiemit oben S. 228.

10) Gegen Abend, und vorzüglich nach Sonnenuntergang verſchwinden gewöhnlich dieſe (Haufen=) Wolken; wie Brandes vermuthet: wahrſcheinlich, weil die oberen trocknen Luftſchichten ſich dann zu dieſen Wolken herabſenken, während die unteren Luftſchichten, ihrem Feuchtigkeitsgehalte, nach durch die eintretende Kühle oder Kälte verdichtet, ihr ehemaliges Gas, zum Theil als Nebelbläschenmaſſe, zur Erde ſinken laſſen. Die aufeinander gethürmten Haufenwolken werden dabei zuvörderſt mehr abgeflächt, dann ihrem Inhalte nach mehr verdünnt und gehen endlich in eine Art fedrige Schichtwolke über, die jedoch gewöhnlich nicht lange beſteht, ſondern immer dünner werdend, endlich ganz am ſternhellen Himmel verſchwindet. Etwas Aehnliches, ſetzt B. hinzu (a. a. O. 321) habe ich auch nach anhaltend trübem Wetter an der Haufenwolke bemerkt, wenn ein trockner Oſtwind entſteht und heiteres Wetter bringt.

11) De Luc (Ideen über die Meteorologie §. 604) hält dieſe Erklärung nicht für genügend; erwägt man indeß, daß die Kälte nach Sonnenuntergang (oben S. 222) zunächſt nur für die oberen, die Wolken überragenden Luftregionen eintritt (obgleich ſie ſpäterhin allein für die niedrigſten ſehr erheblich wird), ſo hat die Annahme des Herabſinkens der durch Kältung dichter gewardener Oberluft zur niederen Wolkenſchicht nichts Naturwidriges gegen ſich; eine andere Frage aber iſt es: ob ſie den Wolkenauflöſungsproceß wirklich in ſolchem Maaße und in ſolcher Weiſe wird vermitteln können, als es obige Erklärung heiſcht? Bedenkt man aber, daß die ſinkende kalte Oberluft, zugleich eine dichte, d. h. geringe Waſſergascapacität beſitzende, und eine kalte iſt, ſo fällt freilich faſt Alles hinweg, was erforder=

lich wäre, um den Vergaſungsproceß der Wolke einzuleiten und durchzuführen; mir iſt es daher wahrſcheinlicher: daß jene trockne, zur Wolke herabſinkende Luftſchicht zunächſt vorzüglich dazu dient — die Wolke in ihr aufſteigen zu machen. Auf ſolche Weiſe zu beträchtlicheren Höhen geſteigert, wird die Wolke zuvörderſt größtentheils nur ſcheinbar kleiner (einen Theil ihrer Bläschen verliert ſie dabei ohne Zweifel ſchon während des Aufſchwebens, indem die Waſſergascapacität der herabſinkenden kälteren Luft nicht = o iſt), dann aber auch mehr und mehr wirklich, ihrem Umfange und ihrem Gehalte nach verändert: a) weil die Wolke in ſehr trockne (ſehr waſſergasarme) Regionen geräth, wo ein großer Theil ihrer Bläschen in Waſſergas übergeht, was die Klarheit des Himmels mehrt, und wobei der rückbleibende Bläschentheil in Hohleisſphäroiden ſich wandelt, wodurch er die oben gedachte Geſtaltsveränderung und ein mehr weißes Anſehen gewinnt; b) weil bald nach Sonnenuntergang die Stralwärme der Erde noch Intenſität genug hat, um — den Reſt der Wolke treffend — dieſen wieder in Dunſt und endlich in Gas zu verkehren; c) weil die Wolke, emporſchwebend und durch Verdunſtung und größeren Entfernung von der Erde ſich mehr und mehr kühlend, zugleich auch in demſelben Verhältniß ſich mehr elektriſirt (in iſolirenden Umgebungen werdendes Eis erſcheint mit + E geladen; unter gleichen Umſtänden ſchmelzendes, ſo wie auch: vergaſendes Waſſer hingegen mit — E), was die gegenſeitigen Abſtände der Dunſtbläschen vergrößert, mithin die Wolke verdünnt und zugleich zu Formungen bringt, in denen die elektriſchen Abſtoßungen der Theilchen unter ſich und die elektriſchen Anziehungen dieſer Theilchen in ihrer Geſammtheit durch andere, entfernte Wolken, durch Gebirge ꝛc. ſich ſtatt der Cohäſion (deren Wirken die Haufenwolke regelt) zum geſtaltenden Principe aufwerfen *).

12) Auf ähnliche Weiſe, wie im vorhergehenden Falle die Haufenwolke zu größeren Höhen ſchwebend übergeht: in eine Art fedriger Schichtwolke, ſo wandelt ſich auch der dichte Nebel (die niedrigſt gelagerte Schichtwolke) zumal jener, welcher während des Winters (mit wenigen Aenderungen) lange Zeit hindurch geweilt hatte, mitunter zuvörderſt in lang gezogene, neblig umgränzte Haufenwolken, gewöhnlicher jedoch in kleinere höher gehende Schicht- und Schleierwolken. Merkwürdig iſt es, und für die Entſtehung des Thaues (oben S. 136 ff.) zum Theil charakteriſtiſch, daß mit dem Thaue, oder vielmehr kurz vor demſelben die Haufenwolken verſchwinden; doch wohl nur: weil ſie nicht nur unten, wo ſie reflectirend wirken), ſondern auch an ihren Rändern (Seitenſäumen) von Stralwärme der

---

*) Wie ſie es auch auf der Erde, und zum Theil an ſehr gewichtigen Subſtanzen, oftmals auffallend genug thun; z. B. bei der Bildung von Metalldendriten (z. E. bei der des ſog. Bley-, Silber ꝛc. Baums), m. Experimentalphyſik II. 29.

Erde getroffen werden, die hinreicht den in dieſen Gegenden vorhandenen Bläschentheil zu vergaſen? Lagert dagegen eine den ganzen Himmel bedeckende Schicht- oder Schleierwolke über der Erde, ſo erfolgt ſolches Wolkenverzehren durch die Stralwärme nicht, weil dieſe großen Theils zur Erde zurückgeworfen wird? Wenn übrigens Wieſen mit Thau belegt erſcheinen, während ſie zuvor — in Sommernächten — von Nebel bedeckt waren, ſo iſt dieſe Art ſog. Thau's, eigentlich nur näſſender Nebel (oben S. 209), deſſen Bläschen-Hüllentheil von den Pflanzen ꝛc. hygroskopiſch gezogen, ſich an dieſen verdichtet (wobei Wärme frei wird: groß genug, einen Theil des von der Pflanze mehr abwärts und höher gelagerten Nebels wieder zu vergaſen, und ſo einzelne Nebeltheilchen in Form zupfrandiger Flocken aufſchnellen zu machen); der eigentliche Thau (oben 136 ff.) tritt in jener Gegend, welche zuvor von der Wolke überdeckt wurde erſt ein, wenn letztere verkleinert und verdünnt genug geworden iſt, um in hinreichendem Maaße die nöthige Wärme-Entſtralung zu geſtatten. (Nebel und Thau erſcheinen übrigens, zumal unmittelbar nach ihrer Bildung, ſtark mit +E geladen; wie es das in der vorigen Bemerkung (S. 238) ausgeſprochene: „Elektriſirungsgeſetz der Materien in Folge des Zuſtandswechſels" auch nicht anders erwarten läßt. Lampadius (Atmoſphärologie. Freyberg 1806. 8. S. 72) fand zwar in Gebirgsgegenden die Nebel negativ elektriſirt, allein theils mochten dieſe Nebel wirklich Einzelwolken ſeyn, die durch allmälige Verdunſtung ſich entgegengeſetzt elektriſirten, theils Nebel die im Auflöſen befangen waren. — Derſelbe Schriftſteller unterſcheidet Morgen- und Abend-Thau; indem er aber damit zugleich den Unterſchied von fallendem und ſteigendem Thau verbindet, iſt klar: daß er nicht den naſſen Beſchlag der feſten Körper, ſondern nur „näſſenden Nebel" im Auge hatte, als er jenen Unterſchied feſtzuſetzen ſich bemühete. Bei ſteigendem Nebel fand L. die Erde wärmer als die Luft; beim fallenden hingegen umgekehrt die Luft wärmer, als die Erde; a. a. O. 123.

§. 215.

Eine Reihe von Jahren fortgeſetzte tägliche Meſſungen der Luftfeuchte, ſetzen nicht nur in den Stand: für die einzelnen Jahreszeiten (ſ. oben S. 201), ſo wie für die Geſammtzeit überhaupt die mittlere Luftfeuchte des Ortes zu beſtimmen (und ſo einen Zahlenwerth zu gewinnen für die Fruchtbarkeit der Gegend, ſo weit dieſelbe von der Luft abhängt, und für die klimatiſche Beſchaffenheit derſelben im Allgemeinen), ſondern vermitteln auch die Möglichkeit: Erklärungen aufzufinden über den Zuſammenhang und die Nacheinanderfolge der den Ort treffenden meteorologiſchen

Veränderungen, und der in deſſen Luftkreiſe vorkommenden gewöhnlichen Lufterſcheinungen. Zumal, wenn man mit dergleichen thermohygrometriſchen Prüfungen verbindet: die Beobachtungen des Barometers und der Windfahne; des Luftelektrometers und des Windmeſſers; ſo wie jene der Himmelsſchau und der dieſelbe bedingenden größeren oder geringeren Durchſichtigkeit (Klarheit und Trübe). Will man dieſen täglichen Prüfungen noch beigeſellen — ſey es auch nur: um die eine oder die andere Beobachtungsreihe durch Gegenſtellung zu erläutern und zu berichtigen — die Meſſungen der täglichen Waſſerverdunſtung und der von Zeit zu Zeit eintretenden Waſſerfällungen (der wäßrigen Niederſchläge: Thau und näſſender Nebel, Regen, Schnee, Hagel ꝛc.), obgleich beide Beſtimmungen durch genau geführte thermohygrometriſche Nachweiſungen faſt unnöthig werden, ſo wie endlich auch die Angaben der wechſelnden Höhenſtände fließender Wäſſer, des Verſiegens und der Wiederkehr periodiſcher Quellen ꝛc., der Anzeigen lebender Wetterpropheten (zumal der thierlichen; oben S. 172ff.), desgleichen jener Tiefen, bis zu welchen die trockne Erde feucht, oder die feuchte trocken geworden, und zur Winterszeit: bis zu welchen ſie gefroren, ſo wird man Summen von Beobachtungsergebniſſen erlangen, groß und umfaſſend genug: um für jeden, in meteorologiſcher Hinſicht fraglichen Fall, die zur Stellung der Antwort nöthigen Ergebniſſe darbieten und die Veränderlichkeit der Luft in ihrer wechſelthätigen Ganzheit (Totalität) von Tag zu Tag verfolgen zu können. Selbſt minder gewöhnliche Meteore (Feuerkugeln, Sternſchnuppen — oben S. 183 — ungewöhnlich ſtarke und häufige Polarlichter; Land- und Waſſertromben ꝛc.) werden dadurch zwar nicht ihrer Natur nach zur Einſicht gebracht, doch aber jenem Einfluſſe nach näher bekannt, welchen ſie auf die Luft üben, und dem ſie von Seiten ihrer atmosphäriſchen Umgebungen inſofern unterworfen erſcheinen, als ſie durch dieſelben ihrer Erſcheinungs-

weiſe

weiſe Abänderungen erleiden, und ein gehörig (d. h. möglichſt umſichtig) geführtes meteorologiſches Tagebuch läßt, andauernd und unausgeſetzt vervollſtändigt, wenigſtens für die Folge hoffen: dereinſt auch dieſe, ihren Entſtehungsbedingungen meiſtentheils annoch nach in tiefes Dunkel gehüllten auffallenden Naturphänomene folgerecht deuten zu können.

1) Ueber Barometer-Beobachtungen vgl. oben S. 43 ff., 49, 58 ff., 131 ff., 214 ff. Jeder Ort hat ſeinen von der geographiſchen Lage und Höhe über Meeresfläche abhängigen beſonderen Gang des Barometers, ſo daß die Aenderungen im Merkurſtande des Barometers weder überall gleichzeitig, noch an allen Orten gleichmäßig erfolgen. Orte deren barometriſche Veränderungen gleich groß ſind, ſind iſobarometriſch, und die ſie verbindenden Linien heißen iſobarometriſche. Es wird nämlich die mittlere Veränderung des Barometerſtandes (das arithmetiſche Mittel aus der Differenz zwiſchen dem höchſten und niedrigſten Barometerſtande in jedem Monat; vergl. auch oben S. 203) bedingt durch geogr. Breite und Länge, Meeresabſtand ꝛc. und zwar iſt ſie, wie Kämtz gezeigt hat, mehreren Beobachtungen zufolge auf der ſüdl. Halbkugel unter derſelben Breite größer, als auf der nördl. (l. 37) an der Weſtküſte Europa's kleiner, als an der Oſtküſte Amerika's, und mindert ſich auch gegen das Innere Europa's dergeſtalt, daß die iſobarometriſchen Linien von der amerikaniſchen Küſte an nordwärts hinaufſteigen, bis ſie das Innere von Aſien erreichen, von wo aus ſie wieder zu ſinken ſcheinen. Im Allgemeinen wächſt übrigens die mittlere barometriſche Veränderung mit der geographiſchen Breite (m. Experimentalphyſ. I. 346), und während ſie unter dem Aequator und innerhalb der Wendekreiſe ohngefähr gegen 0,5 bis 2 par. Lin. beträgt, ſteigt ſie in der Nähe der Wendekreiſe ſchon bis zu 4 Lin. und in der gemäßigten Zone von 5 bis 16 Linien; (im weſtlichen Frankreich 10, in Schottland 15; ſ. w. unten). Sie mindert ſich mit der Zunahme der Erhebung über Meeresfläche und die Aenderungen derſelben ſcheinen an der Meeresküſte öfter einzutreten, und eine mehr geregelte Wechſelfolge darzubieten, als im Binnenlande. Vergleicht man übrigens für denſelben Ort die mittlere Barometerveränderung von einem Jahre zum andern, ſo findet man ſie nahe gleich. — Alex. v. Humboldt's Beobachtungen gemäß wird die (weiter unten zu erwähnende) regelmäßige tägliche Oscillation des Barometers in Aequatorialgegenden weder durch heftigſte Gewitter, noch durch Erdbeben, noch durch Regengüſſe und Stürme geſtört; auch wurde jene Regelmäßigkeit während der Regenzeit weder in den dichten Wäldern von Atabago, noch auf dem Plateau von Paſto (1600 Toiſen hoch), noch in Mexico unterbrochen, und nur Quito machte im April, und

Veracruz während heftiger Nordwinde im damaligen ſpaniſchen Amerika hievon eine Ausnahme. Auch Thibault de Chanvallon bemerkte auf Martinique keine Barometerſtrömung, weder durch die Regenzeit, noch durch die Mouſſons (Winde der Jahreszeiten); in Bombay in Indien hingegen unterbrach (Horsburgh's Beob. zufolge) der Regen, den periodiſchen Gang des Barometers durchaus; ſobald aber der Himmel nur auf einige Stunden ſich heiterte, neigten ſich die Oscillationen wieder zum früheren geregelten Wechſel. A. v. Humboldt ſucht dieſes verſchiedene Verhalten zwiſchen Amerika und Indien — in der von der Landesbeſchaffenheit abhängigen verſchiedenen Wirkung der Winde. Faſt überall bringt nämlich derſelbe Wind (ONO. oder OSO.) zwiſchen den Tropen Luftſchichten von nahe gleicher Temperatur; aber in Indien erzeugen veränderliche Mouſſons Anhäufungen von bedeutenden Luftmaſſen an den Gebirgen. — Alle durch Witterungswechſel erzeugten Störungen des täglichen Barometerganges pflegt man gewöhnlich durch die Benennung: unregelmäßige, die innerhalb beſtimmter Zeitdauern gleichmäßig wechſelnden hingegen durch: regelmäßige Barometerveränderungen zu bezeichnen; kürzer und naturgemäßer wäre es vielleicht erſtere Schwankungen, letztere Bebungen des Bar. zu nennen.

2) Innerhalb der gemäßigten Zonen, und insbeſondere in den höheren Breiten derſelben, unterliegen dagegen die Barometerbebungen ſtets mehr oder weniger dem Einfluſſe der Witterung, und würden allerdings für dieſe Gegenden die gewöhnliche Bezeichnung des Barometers durch Wetterglas rechtfertigen, wenn nicht faſt jeder hieher gehörigen Wetterregel für die meiſten Orte, im Laufe der Zeit mehr oder weniger beträchtliche, ſelten vorher zu beſtimmende, häufig den Beobachter überraſchende Ausnahmen ſtatt hätten (z. B. noch jüngſt hier in Erlangen, nach plötzlich am 11—12. Januar eingetretenen ſehr tiefen Barometerſt. = 26''7''',5 den 13ten Januar eine Temperaturminderung von 6°, 7° R., nämlich von — 10°,3 R. zu — 17° R.) und wenn, was für einen Ort Regel iſt, für den anderen, weder in Abſicht auf geogr. Breite und Länge, noch in jener der Erhebung über Meeresfläche beträchtlich abweichenden, unter gewiſſen Umſtänden (z. B. bei Gewittern während der Nachtgleichen ꝛc.) wenigſtens nicht vollkommen gilt, weil z. B. erſterer in einer weiten Gebirgsebene, letzterer im engen Thale liegt ꝛc. Indeß läßt ſich dennoch für die meiſten Gegenden der gemäßigten und kalten Zonen (und auf dem Meere auch für die heiße Zone) aus Barometer-Schwankungen im Allgemeinen auf Wetteränderung ſchließen. Beſonders ſind es die gegebenen und die kommenden Winde, deren Stärke und Richtung ſich auf den Barometerſtand von entſchiedenem Einfluſſe zeigen. Auf den Meeren ſieht man nämlich das Barometer beharrlich ſinken: vor eintretenden Stürmen, und große Schwankungen erleiden (binnen einigen Stunden) während derſelben *). Auch gilt es ziemlich allgemein, daß das Barometre

*) Kruſenſtern verdankte (wie er berichtet) jene Sicherheit,

fällt, wenn Regen oder Schnee bevorſteht; d. h. die Druckkraft der Luft mindert ſich, auch ſchon dann: wenn zunächſt nur in den höheren Regionen Waſſergas anfängt in tropfbares oder feſtes Waſſer überzugehen; weil jede Minderung des vorhandenen Waſſergaſes um mehr oder weniger Antheile, das rückbleibende Waſſergas mehr verdünnt (oben S. 151 §. 197) und dadurch ſeine Spann- und Druckkraft ſchwächt; denn es drücken alle Einzelgaſe der Atmosphäre nur in ſofern auf die Unterflächen und mithin auch auf das Merkur der Barometerröhre, als ſie in Selbſtdehnung befangen ſind; nicht die ſchwere Maſſe als ſolche, ſondern die Spannkraft derſelben mißt das Barometer *).

3) Auf die Schwankungen des Barometers üben ſchon darum die Winde einen ſo merkenswerthen Einfluß: weil ſie Aenderungen

---

mit welcher er jederzeit den Gefahren bevorſtehender Stürme (mittelſt geeigneter Maaßregeln) entgieng, lediglich dem unausgeſetzten Barometerbeobachten; und Scoresby (I. 216) ſagte Zeit und Stärke eintretender Stürme: aus dem Barometerverhalten — mit einer unter 18mal, 17mal zu treffenden Sicherheit auf das Beſtimmteſte voraus; auch Flinders erſchloß, an den Küſten Neuhollands, Richtung, wie Stärke, nahender Winde: aus den Schwankungen des Barometers. — Auf Schiffen verſieht man übrigens das Barometer, um den Störungen und Zerſchellungen durch Schiffsſchwankungen möglichſt zu entgehen, oben mit einer Metallkugel, gewichtig genug, um die Gewichtigkeit des Merkur, im Gefäß des Barometers faſt ganz auszugleichen. Man hängt dann ſolches Seebarometer an einem ohngefähr 1 Fuß weit hervorſtehenden Arme, in ſeiner Mitte beweglich, in einem beweglichen Ringe auf und wandelt es ſo in ein ſehr langes Pendel um, das nur ſehr langſame Schwingungen beſchreibt. Man lieſt dann zu Zeiten, wenn das Schiff ununterbrochen ſchwankt, widerholt den höchſten und tiefſten Stand der Barometerſcale ab, und nimmt das Mittel aus dieſen Angaben als übereinſtimmend: mit der wahren, jeweiligen Höhe des Barometerſtandes.

*) Es iſt daher das Barometer nur mittelbar Luftſchwermeſſer, unmittelbar hingegen: Meſſer des Dehnungsdrucks der Luft; der Luftdruck entſpringt aber, abgeſehen davon, daß er in geſchloſſenen Gefäßen zunächſt abhängt: von der Temperatur der Luft, aus der Summe der Druckgewalten aller der Einzelgaſe, die mitſammen die Luft bilden; manche der räthſelhaften Barometeränderungen erfolgen wahrſcheinlich größtentheils dadurch: daß ein oder das andere ſog. zufällige Gas vermehrt oder vermindert wird.

in der Feuchte, in der Dichte und in der Strömungsrichtung des das Barometer örtlich umgebenden Luftgasgemenges hervorbringen; ſey es: durch wechſelnde Zuſammendrückung und Dehnung, oder, muthmaaßlich hauptſächlich: durch Abänderung der Lufttemperatur; und da letztere ſehr abhängig iſt von der Weltgegend, aus der Wind herzuſtrömte, ſo iſt klar, daß man die Richtung des Windes berückſichtigen muß, wenn man aus Barometerbeobachtungen die nahekünftigen Wetteränderungen verkünden will. Folgendes hat ſich bisher hierüber erfahrungsgemäß feſtſetzen laſſen:

a) Vierjährigen Kopenhagner Beobachtungen zufolge zeigt der mittlere Barometerſtand bei Oſt- und Weſtwinden eine Differenz von 2,45 par. Linien; eben ſo lange zu Berlin veranſtaltete Beobachtungen Beguelin's geben ein ähnliches Reſultat. Nachſtehende Tabelle zeigt, in welchem Verhältniſſe Winde und mittlere Barometerſtände einander entſprechen; bei Wind aus:

	N.	NW.	W.	SW.	S.	SO.	O.	NO.
Berlin . .	330,32	335,85	335,13	333,61	333,06	334,55	336,36	336,62
Paris . .	337,14	336,14	335,20	334,03	333,94	335,37	334,76	337,0
Wien . .	332,43	332,10	330,83	330,65	331,47	331,47	330,60	332,09

b) Hienach iſt der tiefſte Barometerſtand bei Südwind und der höchſte bei N. gegeben; dieſes wird ſehr gut beſtätigt durch 11jährige Beobachtungen, angeſtellt auf der Sternwarte zu Paris, durch 10jährige: ſtatt gehabt zu Königsberg (Dove; in P's Ann. XI. 556) und durch mehrere veranſtaltet auf der Sternwarte zu Wien (Zeitſchr. für Phyſ. und Mathematik V. 467) und zu Berlin; ſ. L. v. Buch a. a. O.

4) Zwar nicht vollkommen, aber doch ziemlich nahe iſobarometriſch ſind (beobachtungsgemäß) in Abſicht der Schwankungs-Zeit: La Chapelle und Florenz (bei einer Zwiſchenferne von 262 Lieues) Havid in Dänemark, Gotha, Bordeaux, München, Udine, Piſa, Turin und Macerata in der Romagna; ſo wie auch Gotha und Dijon, Paris und Zürich; Bordeaux und Montmorenci; Paris und Clermont-Ferrand.

5) Aus des Pater le Cotte's Beobachtungen über die Stürme des Jahres 1783 und aus denen von H. W. Brandes über jene vom 24ſten und 25ſten December 1821 und im Februar 1823 geſammelten (De repentinis variationibus in pressione atmosphaerae observatis. Lipsiae 1826. 4) ſcheint hervorzugehen: daß bei heftigen Stürmen das Sinken des Barometers unter den mittleren Stand an gewiſſen Orten am ſtärkſten ſtatt hat, von welchen aus es ſich dann im Umkreiſe des Orts mit zunehmender Entfernung mäßigt. Luftorte der Art enthalten dann für ihre Umgebungen, oft

in beträchtliche Fernen hinaus, den Mittelpunkt des geringſten Luftdrucks. Es deutet dieſes auf Wirbelbewegungen hin; ähnlich den „Landtromben" (unter andern auch darin: daß ſie mit großer Schnelligkeit fortrücken*) und von dieſen, hinſichtlich der Wirkungen dadurch unterſchieden, daß jene in weiten Umkreiſen und darum ſehr gemäßigt darbieten, was dieſe für enge Kreiſe und dadurch höchſt geſteigert gewähren.

6) Mit dem NO. und Oſtwinde ſteigt in der Regel das Barometer, wenn die ſelteneren von O. einbrechenden Gewitter keine Ausnahmen bringen, und zwar gewöhnlich in dem Verhältniß: als der Himmel ſich heitert; d. h. als der vorhandene Waſſerdunſt in Waſſergas verwandelt wird. N.Winde pflegen für die nördliche gemäßigte Zone den höchſten, S.Winde den tiefſten B.=St. zu erzeugen; erſtere bringen dichte, letztere durch Wärme mehr oder weniger verdünnte Luft; iſt hingegen der Südwind ſtark gekühlt durch vergänglichen Gebirgsſchnee, der noch weilt, indeſſen die niederen Ebenen bereits üppige Frühlingsvegetation darbieten, oder der ſchon lagert, während auf jenen Ebenen noch herbſtliches Pflanzenthum in voller Kraft beſteht, ſo mindert ſich die Wirkung des Südwindes nicht ſelten bis zum Faſt=Unmerkbar=Werden. Den W. u. OWinden entſprechen im Allgemeinen Barometerſtände von mittlerer Höhe, jedoch ſo, daß die weſtlichen zur abſolut größeren Tiefe (alſo mehr zur SWindwirkung) die öſtlichen hingegen zur abſolut ſtärkeren Erhebung (mithin mehr zur NWindwirkung) hinneigen. Schübler verglich zu dem Ende die Barometerſtände von Paris, Stuttgart und Wien für 1826 (Schweigger's Journ. LII. 257), und fand in allen drei Luftgegenden den Gang des Barometers ziemlich gleichförmig, und zwar war der Barometerſtand vom April bis Juli bei vorherrſchendem WWinde zu Paris am höchſten, zu Wien am tiefſten; im Auguſt, September und October hingegen bei vorwaltendem OWinde zu Wien am höchſten und zu Paris am tiefſten. (Je weniger weit ſich der Wind — der W., wie der O. — verbreitet hatte, um ſo größer war im

*) Am 24ſten December 1821 war das Centrum des kleinſten Luftdrucks Abends 6 Uhr in der Gegennd von Breſt, am 25ſten December um 3 Uhr früh zwiſchen London und Dieppe, an demſelben Tage Morgens 10 Uhr bei Middelburg und Abends 6 Uhr an den Norwegiſchen Küſten. v. Buch in Gilbert's Ann. LX. 29 und H. W. Brandes a. a. O. Wo eine ſenkrechte Luftſäule zur Drehung um ihre Axe gelangt, wird der Widerſtand der umliegenden Luftſäulen für dieſe zum Mittel werden: durch den Druck der wirbelnden Säule überzugehen in den Zuſtand einer Zuſammenpreſſung, welche in Abſtänden (von der ſenkrechten Wirbelaxe) in denen Wirbeldruck und Widerſtand gleiche Gewalt gegen einander üben: ihr Maximum erreichen muß.

obigen Falle ſeine Wirkſamkeit; mit der Zunahme ſeiner Verbreitung minderte ſich ſeine Druckkraft; indeß zeigt obige Tabelle, S. 244, daß Wien bei NO. geringere Bar. Höhe hat, als bei NW.).

7) Die relativ entgegengeſetzten Wirkungen, welche O. und W. auf den Feuchtigkeitszuſtand der Luft und dadurch auf das Barometer ausüben, dürften es auch hauptſächlich ſeyn, denen der von Kämtz (aus vorliegenden Beobachtungen) gefolgerte Einfluß der geogr. Länge auf die mittlere Größe der Barometerſchwankungen und damit auf die oben (S. 241) berührte Anſteigung und Senkung der iſobarometriſchen Linien zuzuſchreiben iſt. Uebrigens zeigt ſich, nach K. jene Größe (die Differenz zwiſchen dem höchſten und tiefſten Barometerſtande) nach mehrjährigen Durchſchnitten ſehr nahe gleich: dem Umfange der Schwankungen im April und October, und noch mehr dem Mittel aus beiden. Wie viel unter verſchiedenen Breiten die Schwankungsänderungen für jeden einzelnen Monat betragen, wird aus nachſtehender Tabelle erſichtlich, die Leop. v. Buch aus den Beobachtungen von Chanvallon auf Martinique, Escolar auf Teneriffa, Calandrelli zu Rom, Beguelin zu Berlin, Prosperin zu Upſala, und v. Naezén zu Umeo zuſammengeſtellt, und die Baumgartner um die von Wien vermehrt hat. Es betrugen nämlich die Barometerveränderungen im Mittel aus denen in der zweiten Spalte angegebenen Jahren *):

*) Zu Havanna fällt, Ramon de la Sagra's Beobachtungen zufolge (K. XIV. 332 und XV. 234 und 291 ff.) der höchſte Barometerſtand im Januar, der „niedrigſte“ im „October;“ die Differenz der jährlichen Schwankung war 1825 = 10,5 Linien; 1826 hingegen nur = 5,7 Linien. Im Jahr 1825 hatte die ſtärkſte Lufterwärmung ſtatt im Juli (= + 31,7 C.); die „niedrigſte“ im „Januar, Februar und December (= + 15° C.), und das thermometriſche Mittel des Jahres ſtimmte mit dem des Octobers deſſelben Jahres überein; das jährliche Maximum der Luftfeuchte, deſſelben Jahres entſprach dem täglichen verſchiedener Monate „zur Zeit des Tagesanbruchs“; das Minimum fiel in den April und demnächſt in den Januar. — 1826 trat die höchſte Luftwärme ein im Juli und Auguſt (= + 32°,3 C.), die niedrigſte (= + 10° C.) und die mittlere Luftwärme des Jahres entſprach zunächſt dem Mittel der Wärme im Mai; der das im Auguſt für dieſen Monat geltende Minimum am meiſten nahe kam. Im Jahr 1827 fiel das Maximum der Luftwärme in den Juli und Auguſt (= 31°,5 C.) das Minimum in den Januar (= 13° C.) — Eine Vergleichung der Temperaturen beobachtet zu Stockholm (K. XI. 263—267) mit jenen zu Giengen an der Brenz, an der Würtemberg'ſchen Alp (ohne Zweifel einer der ſüdlichſten Punkte

Geogr. Breite.	Martinique 15° 40′	Teneriffa 28° 20′	Rom 41° 53′	Wien 48° 12′	Berlin 52° 31′	Upſala 59° 40′	Umeo 63° 50′
Beobachtete Jahre	1	3	20		5	12	3,5
Januar	—	7,033	11,24	12,660	16,48	15,99	16,05
Februar	—	5,627	10,215	11,456	15,45	15,34	18,42
März	—	5,345	9,540	11,856	13,90	15,13	16,40
April	—	4,500	7,960	8,508	11,16	13,40	12,80
Mai	—	3,150	7,035	7,032	9,48	11,82	14,47
Juni	—	1,870	4,895	6,228	7,64	9,93	10,74
Juli	1,33	2,060	4,225	5,532	7,94	8,29	8,00
Auguſt	2,50	2,060	4,075	5,604	7,34	9,81	10,59
Septemb.	3,00	2,250	5,700	7,764	11,28	11,61	14,63
October	3,00	3,657	7,610	10,680	11,04	14,29	16,6
November	2,25	3,376	8,690	10,428	14,40	16,27	15,62
December	2,66	3,220	10,150	11,358	14,22	15,32	18,05

8) Dalton folgerte aus eigenen Beobachtungen (entnommen zu Mancheſter) und aus jenen, welche Hutchinſon 25 Jahre hindurch zu Liverpool angeſtellt hatte, verbunden mit 38jährigen der königl. Societät zu London, daß die größte mittlere Barometerhöhe in den „Sommer" falle; indeß iſt dieſes nichts weniger als allgemein der Fall und nicht etwa lediglich von den phyſiſchen

---

Süddeutſchlands, wo zur Zeit Temperaturbeobachtungen regelmäßig aufgezeichnet werden) liefert Binder in K. XV. 247 ff. für die Monate Januar, Februar und Merz 1827, woraus ſich ergiebt: daß die Mitteltemperatur aus den Temperaturen für alle 3 Monate war:

zu Stockholm 4°,707
— Bingen 3°,279

Die Differenz alſo für Giengen (48° 37′ nördl. Br. und 27° 55′ öſtl. L.) = + 1°,428. Unter 90 Morgenzeiten waren in G. 29 kälter als zu St., in St. 61 kälter als in G.; die mittlere Differenz betrug 7°,452. (Der Waſſerſpiegel des Brenzfluſſes bei Giengen iſt, barometriſchen Meſſungen zufolge 1440 ꝛc. Fuß über dem Meere. Giengen iſt den WO. Winden vermöge ſeiner Thallage vorzüglich ausgeſetzt). Vergl. auch K. XVI. 259.

Beſchaffenheiten der gemäßigten Zone, ſondern hauptſächlich von den klimatiſchen Verhältniſſen (im obigen Falle, von jenen England's) abhängig. Hingegen ſcheint es für den größeren Theil der gemäßigten Zone allerdings als Regel zu gelten: daß der Winter ſtärkere Barometerſchwankungen bringt, als der Sommer, und, für mehrere Gegenden, daß zur Zeit der Nachtgleichen der Gang des Barometers am meiſten ungleich iſt und nicht ſelten mit dem Wetter ſelbſt im Widerſpruche ſteht; ſofern man nämlich an höheres Steigen des Barometers heitere ruhige Witterung, an tieferes Fallen hingegen trübes, windiges Wetter regelrecht zu knüpfen ſich ermächtigt glaubt; oben S. 242 ff. Indeß wußte man ſchon, faſt ſo lange man das Barometer als Wetterglas benutzt: daß nur langſames, gleichförmiges Steigen anhaltend heitere Witterung, allmäliges Fallen hingegen dauernd trübes, naſſes oder windiges Wetter verkünde, und daß jedes plötzliche Steigen entweder gar keine Beſſerung des Wetters, oder doch nur heitere Witterung von kurzer Dauer, plötzliches tiefes Sinken hingegen ungewöhnliche, eben ſo heftige als kurze, Störungen des guten Wetters vorausſage.

9) Wie ſehr klimatiſche Verſchiedenheiten den Gang des Barometers ändern, beweiſt die von L. v. Buch zwiſchen den temperirten Klimaten (wo es zur Zeit der größten Sonnenabweichung regnet) und der tropiſchen Zone (die durch die tropiſchen beim höchſten Sonnenſtande eintretenden Regen bezeichnet wird; I. 271) nachgewieſene ſubtropiſche — im nördlichen Theile durch den Dattelbaum characteriſirte*) — Zone. Während nämlich in der tropiſchen Zone heiteres Wetter eintritt zur Zeit der größeren und größten Sonnenabweichung, und in den temperirten Klimaten, wenn die Sonne den höchſten Stand gewinnt, nehmen die monatlichen mittleren Barometerhöhen vom

---

*) Vergl. I. S. 308 — 309; 341 f. Sehr lehrreich für die Klimatologie ſind überhaupt die Art, wie gewiſſe Pflanzen ſich verbreiten und acclimatiſiren laſſen; mehrere aſiatiſche Gewächſe z. B. (namentlich verſchiedene chineſiſche und viele, welche den nördlichen Abhang des Kaukaſus bewohnen und zu dieſem Theil der kaukaſiſchen Flora gehören) laſſen ſich bei uns leicht zum Ertragen des Klimas bringen und kommen in botaniſchen Gärten gut fort, ſchwieriger und zum Theil äuſſerſt ſchwierig iſt es dagegen nur wenige italiſche Pflanzen bei uns an gedeihliches Ausharren im Freien zu gewöhnen; für den alten Continent ſcheint überhaupt die Verbreitung des Lebens von Oſten nach Weſten (es iſt auch der Gang der früheren Geiſtesentwicklung und Culturverbreitung) leicht, die von Weſten nach Oſten hingegen ſehr erſchwert zu ſeyn. Sie folgt innerhalb gewiſſer nördlicher Breiten offenbar der größeren Milde des Klimas.

Winter gegen den Sommer hin regelmäßig ab, und zwar um ſo mehr: je weiter ſie ſich vom Aequator entfernen, was zuſammen zu hängen ſcheint mit jenen Urſachen, welche zugleich die Paſſatwinde hervorbringen. — Ueber der nördlichen Halbkugel fällt die ſüdliche Grenze dieſer ſubtropiſchen Zone etwas nördlich von den Caperdiſchen Inſeln, ungefähr auf 20° nördl. Breite, im Innern Afrikas hingegen noch weiter ſüdlich; die nördliche Grenze aber über Cairo hinaus, ohne jedoch ganz bis zu Algier hinüber zu reichen (daher in den 32ſten Breitengrad). Ueber die ſüdliche Halbkugel dehnt ſich die Grenze noch etwas weiter gegen den Pol hin aus, nämlich bis gegen den 33ſten Breitengrad, aber nicht merklich viel darüber *). Nicht allmälig, ſondern in ſcharfen Umriſſen verſchwin-

---

*) Die wenigen Beobachtungen, welche von Buenos Ayres bekannt geworden ſind, ſcheinen dieſem Ort ſchon einen Platz auſſerhalb der Grenzen der Einwirkung des obigen Geſetzes der mittleren Barometerhöhen anzuweiſen. Daß St. Fé de Bagota, ungeachtet auf der nördlichen Halbkugel, doch in den mittleren Barometerhöhen der Curve ſüdlicher Orte folgt, iſt eine ſchöne Beſtätigung des Eingreifens der ſüdlichen klimatiſchen Verhältniſſe über den Aequator weg. Die Grenze des ſüdlichen Paſſat geht im Sommer bis 7 oder 8 Grade über den Aequator hinaus; und am Auslaufe des Amazonenſtromes und im franzöſiſchen Guiana ſind die tropiſchen Regen denen auf der Südſeite des Aequators, nicht denen in der nördlichen Zone gemäß, ohngeachtet ihrer nördlichen Breite; v. Buch a. a. O. — Was hier Paſſatwind genannt wird (der beſtändige Oſtwind in der Nähe des Aequators) darf nicht verwechſelt werden mit denen über dem indiſchen Meere wehenden Mouſſons (Muſſons) die Hube auch Paſſatwinde nennt, die aber richtiger Wechſelwinde genannt werden; denn ſie weben gewiſſe Monate hindurch nach Einer, andere nach der dieſer entgegengeſetzten Richtung und entſtehen nach Hube (über die Ausdünſtung; Kap. 61) — wie die Wechſel der Land- und Seewinde; H. nimmt nämlich an: daß die weit ausgedehnten, zum Theil hohen und bergigen Länder, welche nördlich von den Meerbuſen liegen, wo dieſe Winde wehen, im Winter weit ſtärker erkältet werden, als die angrenzenden Meere, weshalb die Luft von ihnen meiſtentheils mit anſehnlicher Geſchwindigkeit gegen die Linie zu abfließen muß. Im Sommer hingegen werden jene Länder ſtärker erwärmt, und die erhitzte Luft verbreitet ſich nach und nach durch die Luft der angrenzenden Meere nach Süden zu; dadurch wird der nördliche Wind immer ſchwächer, und hört zuletzt ganz auf abzufließen. Die Umdrehung der Erde um ihre Axe macht dieſen Wind ſüdweſtlich. Mehr hierüber weiter unten.

det die ſubtropiſche Zone und offenbart ſich die temperirte; und zwar: in den ſcheinbaren Unregelmäßigkeiten der, weiter gegen die Pole hin, eintretenden mittleren Barometerhöhen. Schon in Palermo, Cadix, Mafra finden ſich die tiefſten mittleren Höhen nicht mehr im Sommer, und noch weniger an Orten von noch größerer geogr. Breite; v. Buch in Poggendorff's Ann. XV. 351 ff.

10) Die der ſubtropiſchen Zone zugewendeten Grenzen der tropiſchen Regen ſind zugleich jene äuſſerſten, bis zu welchen der obere, dem Pol zufließende, Aequatorialſtrom im Winter die Oberfläche der Erde berührt. Die dem Aequator abgewendeten Grenzen der genannten Zone ſind zugleich jene, in welche auch im Sommer die oberen Aequatorialſtröme zuweilen noch herabkommen können, im Winter hingegen mit dem Nordoſtwinde für den Platz in Gegenwirkung gerathen und mit denſelben größtentheils nebeneinander, in entgegengeſetzter Richtung hinfließen; a. a. O.

11) Der Grund dieſer ſubtropiſchen Zone und des ſie bezeichnenden Geſetzes der regelmäßigen Minderungen der mittleren Barometerhöhen (oben Bem. 9) findet v. Buch in dem allgemeinen der Barometerſchwankungen, d. i. in der Natur der herrſchenden Winde. Eine Beſtätigung dieſer ohne Zweifel naturgemäßen Annahme, gewähren ihm die hieher gehörigen Erſcheinungen in Indien; denn hier ſind es unmittelbar die Regen bringenden SW.-Mouſſons, durch deren Einwehen die Barometerhöhen gekürzt werden, und zwar ganz im Verhältniß, als ſie, von oben herab, die Oberfläche berühren. Die NO. Winde erheben dann wieder, nach dieſem Sinken, das Barometer mit derſelben Gleichförmigkeit, mit der es zuvor ſank. Auch findet es ſich in der That, daß, wo das erwähnte Geſetz der Barometerhöhen nicht mehr hervortritt, auch im Sommer der Paſſat, (der regelmäßige Nordoſt-, ſo wie auch der Nordwind) bisweilen von Süd- und Südweſtwinden verdrängt werden kann. Dieſe ſind aber die oberen Aequatorialſtröme; die in höheren Breiten von oben herab kommen. Da ſie in den Tropenzonen überall aufſteigen und den Polen zufließen (oben S. 29), ſo werden ſie, je weiter ſie kommen, von größeren Kreiſen der Erdfläche in Kreiſe von kleinerem Durchmeſſer, und ſomit fortwährend in engere Räume gezwängt. Sie werden daher an Höhe zunehmen, eben ſo an Geſchwindigkeit; endlich werden ſie die Nordoſtwinde nöthigen auszuweichen, und ſtatt ſenkrecht übereinander, nun neben einander fließen. Geſtalt der Länder und Meere, verſchiedene Erwärmung des Bodens, verſchiedene Geſchwindigkeit der Winde, und nicht ſelten ihre ſich durchkreuzende Richtung (ſ. Lampadius Atmosſphärol. 190), verändern dann dieſe Polar- und Aequatorialſtrömungen in ſehr kurzen Zeitabſchnitten, und das Barometer bleibt in fortwährendem Schwanken. Die Geſetze dieſer Schwankungen würden dann keine allgemeinen mehr ſeyn, ſondern jedem einzelnen Theile der Erdfläche, indem ſie ſich vorfinden, beſonders angehören; v. Buch a. a. O. —

Vergl. auch: Prevoſt über die Grenzen der regelmäßigen Winde (und von den Urſachen der herrſchenden Windſtille zwiſchen der Grenze der regelmäßigen Winde); Gren's Journ. VII. 88 ff.

12) Dove's vergleichende meteorologiſche Unterſuchungen (a. a. O. XIII. 304 ff.) führen unter andern auch zu folgenden in Hinſicht des Vorhergehenden ſehr merkenswerthen Ergebniſſen: a) die Drehung der Winde erfolgt vorzugsweiſe in folgender Ordnung: S. W. N. O. S., nicht aber in der umgekehrten; was ſchon Bacon in ſeinem Buche de vento bemerkte und inſofern beobachtungsgemäß anführt: wenn der Wind ſich der Bewegung der Sonne gemäß (von O. gegen S., und von S. gegen W. ꝛc.) verändert, ſo geht er ſelten zurück, oder wenn er es thut, ſo geſchieht es nur auf kurze Zeit; verändert er ſich aber in der entgegengeſetzten Richtung (von O. gegen N., von N. gegen W. ꝛc.), ſo kehrt er immer gern zu dem vorigen Punkte zurück; wenigſtens thut er es, ehe er ganz im Kreiſe herum gegangen iſt. Hat der S. Wind 2 oder 3 Tage gewehet, ſo wird jählings nach ihm der N. Wind wehen, aber wenn der N. Wind eben ſo viel Tage hinter einander weht, ſo wird der S. Wind nicht eher entſtehen, bis nachdem der O. Wind zuvor eine Weile hindurch gewehet hat *). b) Inſofern die Barometer-Schwan-

---

*) Vergl. hiemit folgende Stelle aus Lampadius Atmosphärol. 189. „Ich habe an den Winden in Deutſchland zuweilen eine Art von periodiſchen Gang bemerkt. Es iſt folgender: Ich nehme an, es wehe Südwind bei heiterem Wetter. Das Barometer fällt, die Luft trübt ſich und es ſtellt ſich Regen ein. Während deſſen geht der Wind in Weſten über. Es regnet noch fort und das Barometer ſteigt. Der Wind wird NW. Das Wetter geht in Strichregen über. Es wird kälter. Noch immer ſteigt das Barometer und der Wind wird N. und NO. Nun hat das Barometer ſeinen höchſten Stand erreicht. Der Himmel iſt heiter und es herrſcht die höchſte der Jahreszeit mögliche Kälte. Es wird Oſtwind, das Barometer fällt ein wenig. Aber noch bleibt das Wetter heiter. Der Wind dreht ſich nach SO., und noch fällt das Barometer. Die Wärme nimmt wieder zu. Nun geht der Wind in S. über, und die Wärme erreicht ihren der Jahreszeit angemeſſenen höchſten Grad; das Barometer fällt, und nun ſind wir auf den erſten Punkt zurückgekommen. Es giebt in jedem Jahre mehrere ſolche Perioden zu jeder Jahreszeit. Zuweilen dauert die ganze Drehung einige Wochen; zuweilen nur einige Tage. Sehr ſelten ſpringt der Wind auf einer ſolchen Tour zurück. Ueberhaupt ſind alle Drehungen bei uns von der linken zur rechten Seite um den Horizont, und überhaupt iſt der Südwind am ſeltenſten. — Im Sommer ſind bei uns die weſtlichen Winde die herrſchenden; ver-

kungen von den Richtungen der Winde abhängig ſind (oben S. 241) ſteigt, bei den Windesdrehungen, das Barometer mit weſtlichen und „fällt“ mit „öſtlichen“ Luftſtrömen; weil jene den Uebergang zum Maximum, dieſe den zum Minimum des Barometerſt. bedingen. c) Im Allgemeinen zeigt ſich bei der Drehungsnacheinanderfolge der Winde, daß auf der Weſtſeite der ſchwerere nördlichere Wind den ſudlichen leichteren raſcher verdrängt, als auf der Oſtſeite dieſer jenen. Dieſes zeigt ſich ſowohl an der Drehung der Windfahne, als beim Steigen des Barometers; den bei jenen barometriſchen Schwankungen, welche von der cykliſchen Windesdrehung abhängig ſind, iſt in der Regel der ſteigende Theil der Curve ſteiler als der fallende. Durch das häufige Zurückſpringen des Windes auf der Weſtſeite, und das damit verbundene Fallen des Barometers, wird dieſes aber für die mittlere Barometererhebung ausgeglichen. d) Dieſen Drehungseinflüſſen zufolge fällt das Barometer bei Regen „mit Oſtwind,“ ſteigt hingegen während des Regens mit „weſtlichen Winden“ (wie ſolches 10jährige Pariſer Beobachtungen nachweiſen); die erſtere Art dieſer Regen iſt nämlich gewöhnlich Folge der Vermiſchung des feuchtwarmen, das Barometer herabdrückenden Südwindes mit dem zwar trocknen aber kälteren Oſtwinde; die letztere: erfolgt durch Vermiſchung des kalten dichten Nordwindes mit feuchten Weſtwinden. (Siehe oben S. 210 Bem. 7 und 211 Bem. 9). — e) Durch Berechnung 5jähriger Daniell'ſcher Beobachtungen findet Dove, daß der S. Wind am Haarhygrometer im Mittel die größte, der „NO.“ die geringſte „Feuchtigkeit zu erkennen giebt und daß im Allgemeinen in folgender Tabelle nachſtehende Windesrichtungen den darunter geſetzten (als Mittel, nach Durchführung der nöthigen Correctionen erhaltenen) Haarhygrometergraden entſprechen.

N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
75,2	73,1	73,4	80,3	82,4	80,1	77,7	78,2

---

muthlich, weil das feſte Land öſtlich ſo ſtark erwärmt wird, und daher die Luft von hier nach Aſien ſtrömt ꝛc. Wie oft mag es nicht einen Wind im Winde geben. Es fließe z. B. ein großer Luftſtrom aus dem atlantiſchen Ocean über Deutſchland Aſien zu, und in einem Theile deſſelben geſchehe an den Küſten Frankreichs irgend eine große Verdichtung durch Luftzerſetzung oder Erkältung; ſo wird es in dem großen Oſtſtrome (nach Oſten gerichteten Strome) einen ſpeciellen weſtlichen geben ꝛc.“ — Das oben S. 35 erwähnte Steigen des Barometers kurz vor Gewittern, beobachtete auch Roſenthal (Biot a. a. O. I. 221) vergleiche damit oben S. 34. Elektriſche Proceſſe dürften es vorzüglich ſeyn, welche ſolche Winde in Winden erzeugen.

Ueber die, dieſen Hygrometergraden zugehörigen Waſſergas-Spannungen, ſ. oben S. 194. — Auch die mittlere Wärme der verſchiedenen Winde nimmt ebenfalls von N. nach S., auf beiden Seiten der Windroſe zu, wie ſich aus nachſtehender, von Dove nach 10jährigen (zu Königsberg in Preußen veranſtalteten) Beobachtungen entworfener Tabelle ergiebt, in der durch die Zahlen: die den verſchiedenen Winden zukommenden mittleren Temperaturen, in Grade der Centeſimalſcale ausgedrückt, bezeichnet worden ſind *):

Wind.	Jahr.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbſt.
NNO.	9,12	— 0,75	8,16	20,95	8,09
NO.	9,03	— 0,48	9,43	18,19	8,99
ONO.	9,75	+ 0,26	9,92	19,11	9,71
O.	10,06	0,50	9,98	20,27	9,50
OSO.	11,68	3,29	10,38	20,44	12,59
SO.	11,55	2,20	11,69	20,15	12,15
SSO.	11,01	2,92	9,97	18,16	12,97
S.	11,88	4,82	11,35	18,55	13,01
SSW.	12,28	6,20	11,50	18,55	12,88
SW.	11,87	6,31	10,79	17,55	12,88
WSW.	11,27	4,30	11,19	17,15	12,43
W.	10,87	5,23	10,25	17,03	10,95
WNW.	10,19	4,35	9,16	16,65	10,63
NW.	9,81	3,56	8,76	16,81	10,09
NNW.	9,69	2,28	8,72	18,19	9,58
N.	9,92	1,69	8,51	19,47	9,99

*) Es ergiebt ſich aus dieſer Tabelle, daß jene Winde, welche das Barometer am meiſten ſteigen machen, (oben S. 244), auch die am wenigſten warmen ſind; wie denn Dove auſſerdem (durch Berechnung von Pariſer Beobachtungen) gefunden hat: daß diejenrgen Windesrichtungen, in welche das Maximum und Minimum des Barometerſtandes fällt, nahe (nur um 7° abweichend) mit denen zuſammenfallen, die das Maximum und Minimum der Luftwärme (ſoweit ſolche von den Winden herrührt) herbeiführen; a. a. O. XI. 578, 585.

13) L. v. Buch's hieher gehörigen Folgerungen gemäß verdankt überhaupt Europa dem im Allgemeinen herrſchenden Südwinde ſeine Temperaturerhöhung *), welche, als ſolche, unter an=

---

*) Es hängt dieſe Temperaturerhöhung zum Theil ab von der allgemeinen mehr nördlichen Halbkugel über die der ſüdlichen (I. 308 ff.), was jedoch, wie ſchon a. a. O. bemerkt worden: nur von den höheren Breiten beider Halbkugeln gilt, und daher nicht im Widerſpruch ſteht mit den oben (S. 227) erwähnten Temperaturunterſchieden. Auſſer denen a. a. O. für jenen Temperaturunterſchied angegebenen Meinungen und Gründen, ſind in neueren Zeiten noch folgende bekannt geworden: a) einzelne Meeresſtrömungen, welche jene Kälte die Europa eigentlich haben müßte, beträchtlich mäßigen, und die daher z. B. auch beitragen können zu der beträchtlichen Temperaturerhöhung die Schottland, und vielleicht auch zu jener, welche Norwegen, Lappland und Finland darbieten; b) eine ſehr weit verbreitete Wärme eines großen vulkaniſchen Heerdes, groß genug: um (z. B.) die andauernde Erhebung Scandinaviens (I. 108 und K. XVIII. 213) zu Wege zu bringen. Läßt man nämlich mit Muncke gelten: daß die den hohen ſüdlichen Breiten zwar nicht entſprechende, aber doch nahe rückende beträchtliche Kälte Nordaſiens, und mehr noch die von Nordamerika, eigentlich auch in Nordeuropa anzutreffen ſeyn ſollte, wenn für Europa nicht fortdauernd ungewöhnliche Wärmequellen offen ſtänden (die für daſſelbe nicht nur die Boden=, ſondern auch die Geiſteskultur erleichtern) und glaubt man unter dieſen Quellen die erwähnte vulkaniſche, als zur Zeit nicht hinreichend erwieſen verwerfen zu müſſen, ſo bleibt freilich faſt nichts übrig, als — zur Erklärung der europäiſchen höheren Temperatur — die Wärmequellen hauptſächlich zu ſuchen: in Südwinden und Südwaſſern, die Europa zuwehen und zufließen, und in den Unterſchieden der Landerhebung über Meeresfläche. „Unſer Europa verdankt ein milderes Klima (bemerkt A. v. Humboldt) ſeiner Erdſtellung (ſeinem Poſitionsverhältniſſe gegen das Meer) und ſeiner gegliederten Geſtaltung. Europa iſt der weſtlichſte Theil des alten Continents und hat alſo den großen, ſchon an ſich kälteminderndem, und dazu noch vom Golfſtrome (I. 453) theilweiſe erwärmten, atlantiſchen Ocean in Weſten. Zwiſchen den Meridianen, in denen Europa ſich hinſtreckt, fällt die Aequatorialzone nicht in das Becken des Oceans, wie ſüdlich von dem eben deshalb kälteren Aſien. Der Welttheil, der unter allen den größten Theil des tropiſchen Klimas genießt, das ſandbedeckte Afrika, iſt ſo gelegen, daß Europa von den Luftſchichten erwärmt wird, welche, über Afrika aufſteigend, ſich vom

dern auch begründe: den niedrigen Stand des Barometers über der Nordſe. Dove zufolge erhöht wirklich der zu Paris herr-

---

Aequator gegen den Nordpol ergießen. Ohne die Exiſtenz des mittländiſchen Meeres würde der Einfluß des nahen Afrika's auf Temperatur und geographiſche Verbreitung von Pflanzen und Thieren noch wirkſamer ſeyn. Der dritte Hauptgrund des milderen Klima's von Europa liegt darin, daß dieſer Welttheil ſich weniger weit gegen den Nordpol erſtreckt als Amerika und Aſien, ja daß er dem größten Buſen eisfreien Meerwaſſers gegenüber liegt, den man in der ganzen Polarzone kennt. Die kälteſten Punkte der Erde, neuerlichſt uneigentlich Kältepole genannt, fallen nicht, wie der ſonſt ſo ſcharfſinnige Brewſter in der engliſchen Bearbeitung meiner Abhandlung von den iſothermen Linien (I. 353) zu beweiſen geſucht hat, mit den magnetiſchen Polen zuſammen. Das Minimum der mittleren jährlichen Temperatur der Erdoberfläche liegt, nach Capt. Sabine's Unterſuchungen, im Nordweſten von Mellwille's Inſeln (I. 211), im Meridian der Behringsſtraße, wahrſcheinlich in 82 bis 83 Grad Breite. Die Sommergränze des Eiſes, welche zwiſchen Spitzbergen und Oſtgrönland ſich bis zum 80ſten und 81ſten Grade zurückzieht, findet ſich überall zwiſchen Nova-Zembla, den Knochen-Inſeln von Neu-Sibirien und dem weſtlichſten amerikaniſchen Eiscap, ſchon im 75ſten Grade der Breite. Selbſt die Wintergränze des Eiſes, die Linie, auf welcher die Eisdecke ſich unſerm Welttheile am meiſten nähert, umgiebt kaum die Bären-Inſel. Vom ſcandinariſchen Nordcap, welches ein ſüdweſtlicher Meeresſtrom erwärmt, iſt die Fahrt zum ſüdlichſten Vorgebirge von Spitzbergen ſelbſt im ſtrengſten Winter nicht unterbrochen. Das Polareis vermindert ſich überall, wo es frei abfließen kann, wie in der Baffings-Bay und zwiſchen Island und Spitzbergen. Die Lage des atlantiſchen Oceans hat den wohlthätigſten Einfluß auf die Exiſtenz jenes, für das Klima von Nord-Europa ſo wichtigen, Eis-freien Meerwaſſers in dem Meridian von Oſtgrönland und Spitzbergen. — Dagegen häufen ſich im Sommer die, aus der Baffings-Bay und Barrowsſtraße ſüdlich getriebenen, Eisberge in dem großen Mittelmeere an, welches die Geographen mit dem Namen der Hudſons-Bay bezeichnen. Dieſe Anhäufung vermehrt ſo ſehr die Kälte in dem benachbarten Continent, daß man in der Factorei York und bei der Mündung des Hayes-Fluſſes, nach Capt. Franklin's neueſten handſchriftlichen Berichten, in Einer Breite mit Nordpreußen und Curland, am Ende des Auguſts und im Anfange des Septembers, beim Brunnengraben, in 4 Fuß Tiefe, überall Eis findet. Die nördlichſten und ſüdlichſten Grenzen des

ſchende WSW.-Wind die mittlere Temperatur um 0°,2172 C. und vertieft dadurch den dortigen mittleren Barometerſt. um 0,3069 mm.; vom Einfluſſe des gen. Windes befreiet, würde daher zu Paris die mittlere Temperatur um 0°,2172 C. tiefer und der Barometerſtand um 0,3069 MM. höher ſeyn, als ſie ſich wirklich zeigen: Jedoch glaubt D. jene Temperaturerhöhung ꝛc. zum Theil auch von der ſchon von Dalton als Urſache angenommenen Niederſchlagung des von den Tropen zugeführten und an den Weſtküſten ſich niederſchlagenden (unter Wärmeentlaſſung bis zur Tropfbarkeit verdichteten) gaſigen und dunſtigen Waſſers ableiten zu dürfen; indeß ſind es doch auch in dieſem Falle die ſüdlichen Winde, welche jene Dämpfe und Dünſte herbeiwehen; P's Ann. XI. 572.

14) Wärme die durch Südwind und Südwaſſer Nord-Amerika und Nord-Aſien zugeführt wird, kann in dieſen ſchon darum nicht in ſo hohem Grade Temperatur-erhebend wirken für dieſe Erdtheile, als ſie Europa's Luft- und Bodenwärmung begünſtigend erſcheint, weil ſie ſich in beiden Erdtheilen für weit längere (weit mehr nach Nor-

---

feſten Polareiſes, das heißt die Sommer- und Wintergrenzen, von deren Lage die Temperatur der nördlichen Continentalmaſſen abhängt, ſcheint in den hiſtoriſchen Zeiten, wie gründlichere Unterſuchungen endlich gelehrt haben, wenig verändert worden zu ſeyn. Der ſchädliche Einfluß, welchen kleine, iſolirte, durch Strömungen zuweilen bis in die Nähe der Azoren getriebene, Eismaſſen auf das Klima von Europa ausüben ſollen, gehört zu den Mythen, die von Phyſikern ausgehen und ſich unter dem Volke verbreiten, wenn die Phyſiker längſt aufgehört haben, ihnen Glauben beizumeſſen." P's Ann. XI. 22 ff. (Vgl. oben S. 213 Anm.). Höchſt beträchtlich ſcheint ſelbſt in ſehr heißen Erdſtrichen der Wärmeverluſt der Erdoberfläche durch Entſtralung bedeutend genug werden zu können, ſo daß er jene durch daſſelbe Mittel zu Benares erzeugte Eiskälte (oben S. 138) noch übertrifft; hieher dürfte zum Theil gehören die zu Zeiten in den afrikaniſchen Wüſten entſtehende äuſſerſt heftige Kälte. Luft, die auf ſolche Weiſe (während der Nachtzeit) ſehr ſtark abgekühlt wird, muß nach den Seiten hin kalte Luftſtröme verurſachen, die, noch durch Verbreitung an Kälte gewinnend, allerdings ſehr nachtheilig werden können; manche Anwohner der Wüſten ſchreiben dergleichen ungewöhnliche Temperaturvertiefung vorzüglich zu dem Einfluß des (wärmearmen) Mondlichts; vgl. oben S. 221. So ſtarb Dr. Oudney, auf ſeiner von Murzuck in Feſſan aus angetretenen Reiſe mitten in Afrika, an der Grenze von Bornu, unter dem 13 Breitengrade zu Ende Decembers in einem Lande, das ſich nicht über 1200 Fuß über die Meeresfläche erhebt; vergl. A. v. Humboldt a. a O.

Norden ausgedehnte) und breitere Erdmaſſen vertheilen muß, als dieſes bei dem kleinen, nordwärts wenig gedehnten, und im tiefſten Norden ſchmalen Europa der Fall iſt. Auſſerdem wird aber auch für beide Erdtheile im Verhältniſſe ihrer nördlichen großen Ausdehnung die Wärmeentſtralung größer; ein Mehrverluſt, der für ſie um ſo merklicher ſeyn muß, da die Sonnenbeleuchtung ihnen im Ganzen genommen weit weniger Wärmezuſatz gewährt, als dem bedeutend mehr vom Nordpol entfernten Europa. Erhält daher Nordamerika und Nordaſien auch viel Südwärme zugeführt, ſo ſchwächt es auch deren Intenſität im ſehr hohen Grade, weil es durch das kalte Geſtein ſeines nördlichen Unterbodens viel Wärme mindert und mit ſtark Wärme-entſtralendem, zum Theil mittelſt ſtarker Gebirgserhebung in ſehr verdünnte (viel Wärmecapacität beſitzenden) Luft emporragende Bodenoberfläche von der zugeführten Wärme ſehr viel wieder verliert.

15) Im Jahr 1660 (erzählt Hällſtröm in ſeiner höchſt ſchätzbaren Unterſuchung der Periodicität des Barometers; ſ. Kongl. Vetensk. Ak. Handling. 1826. I. S. 1—52; daraus in Poggendorff's Ann. VIII. 131 ff. beobachtete Dr. John Beale in England: daß das Barometer oftmals, im Winter wie im Sommer, an kalten „Morgen höher ſtehe", als in den wärmeren Mittagsſtunden (Transact. philos. Vol. I. for. 1665—1666 *) Nr. 9. p. 157), 74 Jahre ſpäter ward dieſe Beobachtung durch Godin und Condamine (während ihres Aufenthalts zu Quito, im Jahr 1738; vergl. I. S. 42 Bem. 2 und Journal du Voyage à l'équateur; par. Mr. de la Condamine, à Paris 1751. p. 50 et 109) in einer Gegend der Erde (Aequatorialgegend) beſtätigt und erweitert, wo die „Schwankungen" des Barometer ſehr geringfügig, die durch Beale's Entdeckung zur Kenntniß gebrachten Hebungen deſſelben hingegen ſehr deutlich hervortreten (oben S. 242), inſofern dieſe Phyſiker fanden: daß das Barometer täglich um 9 Uhr Morgens am höchſten und um 3 Uhr Nachmittags am tiefſten (im Mittel um 1,25 par. Linien von einander verſchieden) ſtehe. Man folgerte hieraus das Vorhandenſeyn einer regelmäßigen täglichen Luftebbe und Luftfluth, fand bald, daß hauptſächlich die Sonne an deren Begründung dynamiſch Theil habe (oben S. 214) und daß ſolche von der Sonne aus bewirkte Anziehung in den Aequatoriallüften am merklichſten ſeyn müſſe: weil hier die Sonne mehr wie anderswo winkelrecht gegen die Erde wirkt und die zufälligen Einflüſſe auf das Barometer (die Schwankungsurſachen) hier am wenigſten bedeutend

*) Von den Philosophical Transactions: giving some account of the present Undertakings, studies and labours of the Ingenious in many considerable parts of the World. London, erſchien bis zum Jahr 1791 nur alle 2 Jahr, von dieſer Zeit an aber alljährig ein Vol. in gr. 4.

ſeyn können, da die Witterungsbedingungen in den gen. Gegenden eben ſo geregelt als, in Hinſicht auf Luftdruck-Abänderung geringfügig werden. Da jedoch die Bebungen ſelbſt in dieſen Gegenden keine bedeutenden Unterſchiede im täglichen Barometerſtande im Gefolge haben, ſo glaubte man annehmen zu dürfen: daß ſie in höheren Breiten bis zur Unwahrnehmbarkeit klein werden und mithin für alle nicht in der Aequatornähe liegenden Orte jeder unzweifelhaften Nachweiſung und geſetzmäßigen Beſtimmung ſich entziehen würden. Erſt zu Anfang des Jahres 1780, „nachdem der Sinn zu Forſchungen über die Veränderungen in der Erdatmoſphäre die meteorologiſche Geſellſchaft zu Manheim gebildet hatte“ *), geſchah es, daß einige Phyſiker in Italien und Deutſchland anfiengen: ihre Barometerbeobachtungen genau zu unterſuchen; Unterſuchungen, welche ihnen die Ueberzeugung gewährten, daß auch in den genannten Landen die täglichen Wechſeldauern in dem Drucke der Luft zu bemerken ſeyen. Die hieher gehörigen Angaben unterlagen anfänglich, und ſelbſt in ſpäteren Zeiten, hie und da dem Zweifel; vermuthlich — weil ſie nicht unter ſich in allen Theilen übereinſtimmten **). —

---

*) Vergl. I. 328 Bem. 3.

**) So jene von Toaldo, durch Friſi. Verſchieden waren allerdings auch ſehr die meiſten der hieher gehörigen Beobachtungsergebniſſe; theils — weil man Barometerſchwankungen für Bebungen des Barometers nahm, theils auch; weil die nöthigen Correctionen wegen Wärmedehnung des Merkur Capillarität ꝛc. nicht gehörig vollzogen wurden. So berichtete Planer: daß das Barometer von 10 Uhr Morgens bis 2 Uhr Nachmittags, und von 10 Uhr Abends bis 2 Uhr Morgens mehr falle und weniger ſteige, dagegen aber am Morgen und Abend von 6—10 Uhr mehr ſteige und weniger falle, wie an den übrigen Tageszeiten. Chiminello ſah das Barometer um Mittag und Mitternacht, Henner am Tage wie in der Nacht, zwiſchen 11 und 1 Uhr, mehr fallen und weniger ſteigen, als in den Zwiſchenzeiten (Gren's Journ. II. 218) Caſſan dagegen, zu St. Lucie das Barometer beobachtend, wollte gar keine Regelmäßigkeit in der täglichen Wechſelfolge des Barometerſtandes wahrgenommen haben, und behauptete noch im J. 1791 jede Wahrnehmbarkeit derſelben: innerhalb der gemäßigten Zonen (a. a. O. III. 109) und dieſelbe Behauptung wurde noch 19 Jahre darauf in v. Zach's monatl. Corresp. für März 1800) (S. 225) wiederholt (ſpäterhin leitete v. Zach die durch A. v. Humboldt in den Aequatorialgegenden gemachten hieher gehörigen Beobachtungen der „ſtündlichen Barometeroscillationen“ von dem Widerſtande ab, den der Weltäther der fortrollenden Erde drückend entgegenſetze; über dieſen Widerſtand vergl. dieſes

Die Beſtimmung des Geſetzes der barometriſchen Bebungen konnte zuvörderſt nur für Orte geſucht werden, wo dieſe Veränderungen ſich

---

Hdb. II. 168). Lachapelle hielt ſich durch ſeine in Montauban gemachten Beobachtungen überzeugt: daß das Barometer um 7 Uhr Vormittags ſteige, um $2\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags falle, um $10\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags wiederum ſteige, und nach Mitternacht abermals falle; Gilbert's Ann. II. 362. Ramond fand bei den „Pyrenäen", im Jahr 1802 und 1803, daß das Bar. im Winter von 9 Uhr Vormittags bis 3 Uhr Nachmittags falle, dann von 3 bis 9 Uhr wieder ſteige, im Sommer hingegen von 8 Uhr Morgens bis 4 Uhr Nachmittags ſinke, von 4 bis 8 Uhr wiederum ſteige, und daß der Unterſchied zwiſchen dem höchſten und niedrigſten Stande ein Millimeter betrage (a. a. O. XXXII. 224; was mit denen in warmen Ländern vorkommenden Barometerbebungen einigermaaßen übereinſtimmt; beſonders, wenn man die angeführten Stundenzahlen nur als ungefähre in runden Zahlen ausgedrückte Angaben betrachtet) dagegen aber giebt derſelbe Beobachter für „Clermont Ferrand" an: daß das Barometer früh Morgens am höchſten ſtehe, ſich dann Vormittags und ein wenig Nachmittags ſenke, am Abende wiederum ſteige (ohne jedoch die am Morgen gewonnene Höhe wieder zu erreichen) und gleich darauf falle, um nach Mitternacht bis zu ſeinem am nächſten Morgen eintretenden Maximum zu ſteigen; der mittlere Unterſchied zwiſchen dem höchſten und niedrigſten Stande ſollte ein Millimeter betragen; Angaben, welche nicht ganz dem richtigen Verhältniſſe zu entſprechen ſcheinen; Gehlen's Journ. für Chemie, Phyſik und Mineralog. VIII. 501. Horsburgh nahm auf einer Reiſe von London nach Bombay und Conton (1802 — 1803) die täglichen Bebungen ſogleich wahr, ſo wie er unter die Tropen kam, indem er fand: daß das Bar. von 8 — 12 Uhr Morgens unverändert und am höchſten ſtehe, daß es dann bis 4 Uhr Nachmittags falle, darauf bis 9 oder 10 Uhr ſteige, von nun an wieder ſtill ſtehe bis Mitternacht und dann abermals falle bis 4 Uhr Morgens. So lange er im Hafen liegen blieb, ſo wie auch, als das Barometer auf das Land gebracht wurde, vermochte er dieſe Bebungen nicht wahrzunehmen; Phil. Transact. 1805. Pr. II. 177 (etwa in Folge ſehr ungleicher Lufterwärmung und gemäß des ungleichen Druckes den der Wechſel von See- und Landwind hervorbringt? Ungleichheiten, die auf hoher See, d. i. weit entfernt vom Lande, nahe verſchwinden mußten). Eſchwege fand zu Villa Ricca in Braſilien (21° ſ. Br. und 27° w. L. von Ferro) das Barometer Morgens und Abends um 9 Uhr am höchſten, Nachmittags um 3 Uhr aber am niedrigſten und

am deutlichſten zeigen; Hällſtröm hat dieſes unternommen a) mittelſt der hieher gehörigen Beob. Lamanon's, angeſtellt am ſtillen Meere, zwiſchen 1°5′ nördl. und 1°34′ ſüdl. Breite und unter 181°40′ w. L. (wahrſcheinlich — von Paris) und zugleich verbunden mit Thermometerbeobachtungen für jede Stunde des Tages; dieſe Beobachtungen beſchränken ſich jedoch nur auf 4 Tage im September des Jahrs 1785; Gilb. Ann. VI. 201; b) mittelſt der von Balfour in Calcutta (22°35′ nördl. Breite und 86 9′ öſtl. L. von Paris) faſt zu allen Stunden, vom 31. März bis 29. April (30 Tage) 1794 aber ohne Begleitung von Thermometerbeobachtungen angeſtellten Wahrnehmungen; Asiatic Researches. London 1807. Vol IV. 189; c) mittelſt der Alex. v. Humboldt's (ſ. oben S. 241), auf 0° C. reducirt und damals nur bekannt durch das Reſultat einer von Prony angeſtellten Rechnung; Voyage Part. IV. Astron. T. I. 289 (ſpäterhin mitgetheilt im 1826 neueſten Theile der Relation historique etc.); d) mittelſt jener, welche Horner aufzeichnete, als er Kruſenſtern auf deſſen Reiſe um die Welt bezeichnete, und die, unter dem Beiſtande des v. Langsdorff (jetzt ruſſiſcher Generalconſul in Braſilien) 61 Tage hindurch, vom 16. April bis 25. Juni, zwiſchen 23° ſüdl. und 27° nördl. Breite und zwiſchen 107° und 186° w. L. von Paris angeſtellt wurden; Mém. de l'Acad. Imp. des sciences de St. Petersbourg. I. 450. (Kruſenſtern's Reiſe ꝛc. St. Petersb. 1812. III. 154 ꝛc.) und e) mit Hülfe von Simonoff's, Prof. zu Kaſan, von Thermometerbeobachtungen begleiteten Aufzeichnungen der Barometerſtände (während Bellinghauſen's Reiſe um die Welt, den S. begleitete), unternommen bei der Inſel Otahaiti; 17° 29′ ſüdl. Breite und 151 50′ w. L. von Paris. — Dieſe (und andere in höheren Breiten angeſtellte) Beobachtungen zeigten nun ſchon in ihrem rohen Zuſtande die Beſchaffenheit des in Frage ſtehenden Bebungsphänomen's im Allgemeinen an, will man aber, fügt Hällſtröm hinzu, daſſelbe genauer und im Einzelnen aus ihnen kennen lernen, ſo muß man erwägen, daß ſie unvermeidlich mit mehr oder weniger großen Beobachtungsfehlern behaftet ſind, und daß dieſe in der Beſtimmung der einzelnen Angaben bedeutend irre führen können, wenn ſie nicht durch eine ſchickliche Berechnung, am beſten durch die Methode der kleinſten Quadrate, eliminirt werden; wobei denn zuerſt in Betracht kommen muß die Beantwortung der Frage: als welche Function von den

— während der Nacht — ohne Bebung; Gilb. Ann. LIX. 119 und Parrot giebt nach 14tägigen Beobachtungen zu „Mailand" für dieſen Beobachtungsort an: daß das Barometer Vormittags von 6 — 11 Uhr um 1,18 Millim. ſteige, dann bis 4½ U. Nachmittags falle, hierauf wieder bis gegen Mitternacht ſich hebe und endlich wiederum bis 6 Uhr Morgens ſinke; Deſſen Reiſe in die Pyrenäen im J. 1817. S. 199.

Beobachtungszeiten der Barometerſtand am paſſendſten zu betrachten ſteht? Da nämlich das Phänomen ſich durch zwei Maxima und zwei Minima innerhalb 24 Stunden auszeichnet, und da es in allen ſeinen Theilen in den nächſten 24 Stunden und ſo fort widerkehrt, ſo ſieht man leicht, daß eine Art Linea Sinuum die zu den Beobachtungszeiten, als Abſciſſen, coordinirte Barometerſtände am natürlichſten beſtimmen wird. Deshalb ſchien hier, fährt Hällſtröm a. a. O. S. 144 fort, eine von Beſſel (aſtronomiſche Beobachtungen I. p. X.) zu anderen Zwecken gebrauchte trigonometriſche Function vor allen anderen angewandt werden zu müſſen. Ich nehme folglich an:

$$B\,(t) = \beta + u' \sin.\left(t\,.\,\frac{2\,\pi}{n} + v'\right) + u'' \sin.\left(t\,.\,\frac{4\,\pi}{n} + v''\right)$$

wo B (t) der Barometerſtand für die Zeit t iſt, die nach dem Brauch der Aſtronomen von 12 Uhr Mittags an gerechnet iſt; β iſt der mittlere Stand des Barometers, n die Anzahl der Beobachtungsſtunden während des Tages, π ein Bogen von 180°; u' und u'' ſind Zahlencoefficienten, aber v' und v'' Winkel, welche durch die gegebenen Beobachtungsgrößen beſtimmt werden müſſen. In den meiſten hier vorkommenden Fällen iſt $n = 24$, folglich $\frac{2\,\pi}{n} = 15°$ und $\frac{4\,\pi}{n} = 30°$; weshalb vorſtehende Gleichung dieſe Formel erhält:

$$B\,(t) = \beta + u' \sin.\,(t\,.\,15° + v') + n''\,(t\,.\,30° + v'')$$

Wird dieſe Function nach der Methode der kleinſten Quadrate behandelt und bezeichnet man mit den römiſchen Ziffern: 0, I, II, III, IV etc. die Barometerſtände für die Stunden 0, 1, 2, 3, 4 ꝛc., ſo erhält man folgende Werthe:

$$12\,u'\sin v' \left\{\begin{array}{ll} (I - XI - XIII + XXIII) & \cos 15° \\ (II - X - XIV + XXII) & \cos 30° \\ (III - IX - XV + XX) & \cos 45° \\ (IV - VIII - XVI + XX) & \cos 60° \\ (V - VII - XVII + XIX) & \cos 75° \end{array}\right\}$$

$$12\,u'\cos v' \left\{\begin{array}{ll} (I + XI - XIII - XXIII) & \sin 15° \\ (II + X - XIV - XXII) & \sin 30° \\ (III + IX - XV - XXI) & \sin 45° \\ (IV + VIII - XVI - XX) & \sin 60° \\ (V + VII - XVII - XIX) & \sin 75° \\ \quad VI - XVIII & \end{array}\right\}$$

$$12\,u''\sin v''\left\{\begin{array}{l}\left.\begin{array}{l} \mathrm{I} - \mathrm{V} - \mathrm{VII} + \mathrm{XI} \\ \mathrm{XIII} - \mathrm{XVII} - \mathrm{XIX} + \mathrm{XXII} \end{array}\right\} \cos 30^\circ \\ \left.\begin{array}{l} \mathrm{II} - \mathrm{IV} - \mathrm{VIII} + \mathrm{X} \\ \mathrm{XIV} - \mathrm{XVI} - \mathrm{XX} + \mathrm{XXII} \end{array}\right\} \cos 60^\circ \\ \quad 0 - \mathrm{VI} + \mathrm{XII} - \mathrm{XVIII} \end{array}\right.$$

$$12\,u''\cos v''\left\{\begin{array}{l}\left.\begin{array}{l} \mathrm{I} + \mathrm{V} - \mathrm{VII} - \mathrm{XI} \\ \mathrm{XIII} + \mathrm{XVII} - \mathrm{XIX} - \mathrm{XXIII} \end{array}\right\} \sin 30^\circ \\ \left.\begin{array}{l} \mathrm{II} + \mathrm{IV} - \mathrm{VIII} - \mathrm{X} \\ \mathrm{XIV} + \mathrm{XVI} - \mathrm{XX} - \mathrm{XXII} \end{array}\right\} \sin 60^\circ \\ \mathrm{III} - \mathrm{IX} - \mathrm{XV} - \mathrm{XXI} \end{array}\right.$$

aus welchen vier Werthen die unbekannten u', u'', v', v'' ohne Schwierigkeit beſtimmt werden. Daneben iſt einzuſehen, daß beide größte und beide kleinſte Werthe von B (t) zu den Zeiten t Statt finden, die durch Gleichung

$$\frac{dB(t)}{dt} = 0 = u' \cos(t \,.\, 15^\circ + v') + 2u'' \cos(t \,.\, 30'' + v'')$$

beſtimmt werden." — Dieſe Gleichungen wurden nun von Hällſtröm angewandt auf die zuvor beurtheilten Beobachtungen, welche, ſo oft die Temperatur bekannt war, auf eine und dieſelbe Temperatur (auf + 20° C.) reducirt, und um einen leichten Vergleich zu erhalten, in Millimeter verwandelt. Die hienach erhaltenen Ergebniſſe findet man a. a. O. 146 ff. Was die genannte Reduction auf + 20° C. betrifft, ſo gebrauchte H. dabei für die Ausdehnung des Merkur den von Dulong und Petit gegebenen Coefficienten $\frac{1}{5550}$, ſo daß, wenn B die bei der Temperatur 20 + g beobachtete Barometerhöhe bezeichnet, und die Skale auf Holz befeſtigt iſt, die auf 20° C. reducirte Barometerhöhe ſeyn wird:

$$= B \,.\, \frac{5550}{5550 + g} = B\left(1 - \frac{g}{5550}\right) = B - 0{,}00018\,B\,g$$

vergl. oben S. 58. Weil nun H's Barometer in ſchwediſche Decimalzolle getheilt war, die mittlere Barometerhöhe aber 25,6 Dec. Zoll beträgt, und die Abweichungen von dieſer mittleren Höhe nach jeder Seite ſelten einen Zoll überſteigen, ſo konnte die auf + 20° C. reducirte Barometerhöhe angenommen werden $= B - 0{,}00018 \,.\, 25{,}6 \,.\, g = B - 0{,}0046 \,.\, g$. Der Fehler dieſes Werthes, wenn g bei dieſen Beobachtungen wie gewöhnlich unter 4° iſt, ſteigt nicht bis auf 0,001 Dec. Zoll; das Wenigſte, was noch an jenem Barometer beobachtet werden konnte. Zum leichteren Gebrauch hat H. hienach eine kleine Correctionstafel entworfen, zum Nutzen derjenigen, welche eine dem ſeinigen gleiches Inſtrument beſitzen. Vergl. a. a. O. 311 ff. Weiterhin (a. a. O. 445) zeigt H., daß der Luftdruck noch unter 74° Breite (nämlich auf Melwille's Inſel; nach den Beobachtungen Parry's unter einer nördl. Breite von 74°45'

und 113° weſtl. L. von Paris) einer täglichen periodiſchen Veränderung mit zwei Maximis und zwei Minimis unterworfen iſt, und daß dieſe Aenderungen hier bedeutend früher eintreffen, als an ſüdlicheren Orten. Uebrigens geht aus dieſen Unterſuchungen hervor, daß ſich auf die Frage: ob die Zeiten für die Minima und Maxima des Barometerſtandes mit der Breite veränderlich ſind? nur mit ſehr geringer Wahrſcheinlichkeit antworten läßt. Gewiß iſt, daß die Größe der Luftoscillation (der Unterſchied zwiſchen dem höchſten und niedrigſten täglichen Barometerſtande) von dem Aequator nach den Polen zu abnimmt, und wenn dieſer Unterſchied zwiſchen dem größeren Maximum und kleineren Minimum mit s bezeichnet wird, und die Breite des Ortes mit L, ſo kann s als nachſtehende Function von L betrachtet werden: $s = a' + b' \sin L + c' \sin^2 L$, welche nach der Methode der kleinſten Quadrate berechnet, folgende Werthe giebt:

$a' = 2{,}3407;\ b' = -0{,}7723;\ c' = -1{,}5836$
und $s = 2{,}341 - 0{,}7723 \sin L - 1{,}5836 \sin^2 L$ in Millimeter.

16) Die Zeit des Eintretens des niedrigſten und höchſten Standes ſcheint vom Aequator bis zu 45° Breite einer gemeinſchaftlichen Regel zu unterliegen; von 45° Breite an finden aber einige Abwechſelungen ſtatt (wahrſcheinlich weil die durch die Jahreszeiten hervorgerufenen Schwankungen, beſonders an den nördlicheren Orten, einige Abänderung bewirken). Zur leichteren Ueberſicht, ob ſich das kleinere Minimum und größere Maximum des Barometerſtandes vor oder nach Mittage, und mehr oder weniger regelmäßig einſtellt, und wie groß der Unterſchied iſt: zwiſchen dem niedrigſten und dem höchſten Stande an den verſchiedenen Orten, möge folgende von H. entworfene Zuſammenſtellung dienen, worin V Vormittags und N Nachmittags bedeutet:

Breite des Ortes	Eintritt des kleineren Minimums	Eintritt des größeren Maximums	Unterſch. zwiſchen dem kleineren Min. und größeren Max. in Millimeter	Unterſch. zwiſchen dem größeren Min. und kleineren Max. in Millimeter
0° 0'	N	V	2,853	2,744
0 0	N	V	2,073	0,719
0 0	N	V	1,973	1,363
0 13	V	V	2,418	0,537
2 26	N	V	1,926	0,963
4 28	N	V	1,756	1,052
4 36	N	V	2,690	1,396
5 6	N	V	3,780	0,525
8 30	V	N	2,427	1,004
10 28	N	V	2,511	0,609

10	31	N	V	2,615	0,892
10	36	N	V	3,275	0,950
12	3	N	N	3,196	1,342
12	3	N	V	2,719	1,328
14	11	V	N	2,373	1,577
17	29	N	V	2,079	1,280
18	0	N	V	1,568	0,928
19	26	N	N	2,432	1,225
22	35	N	V	2,315	9,859
22	54	N	V	2,578	1,111
45	24	N	V	0,730	0,357
48	8	V	N	0,726	0,465
48	50	N	V	0,837	0,379
51	29	N	V	0,955	0,572
60	27	V	N	0,440	0,080
74	45	N	N	0,221	0,022

Vergl. a. a. O. XI. 270. Sucht man hieraus mittelſt der Methode der kleinſten Quadrate den Unterſchied zwiſchen dem größeren Maximum und dem kleineren Minimum des Barometerſtandes und ſieht dieſen Unterſchied = s als eine Function der Breite des Ortes = L an, nach der Formel: $s = a + b \cdot \cos L + c \cdot \cos^2 L$ (ſ. oben S. 263) worin der Cosinus dem Sinus vorgezogen iſt, um für beide Seiten des Aequators gleiche Werthe zu erhalten; ſo findet man:

$$s = 0^{mm},3931 - 3536 \cos L + 4,5687 \cos^2 L$$

und mit Hülfe dieſer Formel eine (a. a. O. S. 271 tabellariſch aufgeführte) Vergleichung, in deren Beſtimmungen die wahrſcheinliche Unſicherheit = $0^{mm},287$ iſt. Berechnet man hieraus den Werth für s von 10° zu 10° Breite, ſo findet man:

L		s mm	L		s mm
0°	—	2,708	50°	—	0,832
10	—	2,605	60	—	0,408
20	—	2,310	70	—	0,157
30	—	1,865	80	—	0,220
40	—	1,348	90	—	0,393

17) Daniell's Hypotheſe: daß an den Polen die Luftoscillationen umgekehrt ſeyen, ſcheint (fügt Hällſtröm a. a. O. 271 hinzu) durch die (im Obigen zu Grunde gelegte) große Zahl von Beobachtungen nicht zu gewinnen, obgleich man ſie ſolange noch nicht für widerlegt anſehen dürfe, als für die Polargegenden der wahrſcheinliche Fehler

größer iſt, als das Endergebniß. Hällſtröm, die durch A. v. Humboldt geſammelten Barometerbeobachtungen (Voyage aux religions æquinoxiales du noueau continent. Paris 1825. p. 270) näher unterſuchend, findet ſich genöthigt die Angabe: als ſeyen zwiſchen den Wendekreiſen Beobachtungen von einem Tage hinreichend zur Beſtimmung des größten und kleinſten Barometerſtandes in Zweifel zu ziehen; denn verhielte es ſich wirklich ſo, ſo müßte das Barometer zu denſelben Stunden eines jeden Tages dieſelbe Höhe erreichen (allerdings: wenn es in jenen Gegenden keine Barometerſchwankungen gebe) und zu den Zeiten des Maximums jedesmal höher ſtehen, als zu den Zeiten des Minimums; wogegen z. B. Beobachtungen zu Cumana ſprechen; a. a. O. XI. 252. Da man nun nicht weiß, an welchem Tage oder zu welcher Tages- oder Jahreszeit die zufälligen Veränderungen (Schwankungen) eintreten, ſo müſſen die Beobachtungen auf alle Zeiten des Tages und Jahres ausgedehnt und lange fortgeſetzt werden, wenn man zu einer genügenden Kenntniß der Oscillationen gelangen will." Die von Hällſtröm zur Beſtimmung der dieſen und ähnlichen Unterſuchungen gegebener Barometerbeobachtungen in Frage kommenden unbekannten Größen, erfordern: daß die Beobachtungen durch gleiche Zwiſchenzeiten getrennt ſeyen. Die hiezu fehlenden Beobachtungen und beſonders jene Lücken, welche nicht ſelten, vorzüglich des Nachts vorkommen, ergänzte H. (oben bezeichnete Beobachtungen wiſſenſchaftlich unterſuchend) durch Interpolation, und erhielt ſo ein Ergebniß, was noch weit davon entfernt ließ: die Zeiten der Maxima und Minima der Barometerbebungen genau angeben zu laſſen.

18) Muncke theilt in ſ. Hdb. der Naturlehre (S. 223 ff.) zur Beſtimmung der Stärke der erwähnten Depreſſion (meßbar nach der ihr proportionalen Wölbung der Merkuroberfläche) folgende, von Schleiermacher und Eckhard aus ihren Verſuchen berechnete Tabelle mit, wobei ſich von ſelbſt verſteht, daß die Correction bei Gefäßbarometern allezeit hinzuaddirt werden muß, bei Heberbarometern aber für beide Schenkel zu ſuchen iſt. — Hat man Linien ſtatt Millimeter, ſo laſſen ſich dieſe reduciren, indem man 1 Millimeter = 0,443 Linien ſetzt; a. a. O.

Depreſſion des Merkur im Bar. in Millimeter; a = der Höhe der Chorde des Meniscus, b = dem rad. der Röhre:

b =	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
0,5	4,957	8,912	12,560	12,616							
1	1,262	2,450	4,377	5,581	6,098	6,171					
2	0,299	0,595	1,152	1,643	2,037	2,338	2,541	2,658	2,681	2,699	2,712
3	0,121	0,242	0,476	0,695	0,839	1,066	1,206	1,316	1,397	1,449	1,483
4	0,068	0,120	0,240	0,354	0,464	0,546	0,530	0,702	0,758	0,805	0,638
	0,634	0,069	0,138	0,205	0,247	0,299	0,308	0,390	0,428	0,468	9,476

Es ſey z. B. bei einem Heberbarometer der Halbmeſſer der Röhre in beiden Schenkeln b = 3; die Höhe der Chorde des Meniscus a im langen Schenkel = 0,4, im kurzen dagegen = 0,8, ſo iſt:

obere Differenz = + 0,476
untere — = + 0,839

die Correction wegen der Depreſſion = — 0,363;
Muncke a. a. O.

19) Derſelbe gelehrte Phyſiker folgert, gegen Hanſten, aus ſeinen hieher gehörigen Unterſuchungen: daß die mittleren Barometerhöhen vom Aequator nach den Polen hin zu nehmen (N. Gehler's Phyſ. Wörterb. I. 918) und berechnet dieſelben, auf 0° C. reducirt, für 9 Uhr Morgens, „in gewiß ſehr genäherten, wo nicht abſolut richtigen Werthen,“ wie folget:

	Barometer.				Barometer.		
Breite.	Linien		mm.	Breite.	Linien		mm.
00°	337,000	=	760,214	50°	338,093	=	762,682
10	337,056	=	760,341	60	338,397	=	763,367
20	337,218	=	760,706	70	338,644	=	763,928
30	337,465	=	761,266	80	338,806	=	764,290
40	337,769	=	761,951	90	338,862	=	764,414

20) Die tägliche Variation des Luftdruckes in Ländern von verſchiedener Breite iſt, beobachtungsgemäß, für:

Ort.	Geograph. Breite.	Variation in mm.	Ort.	Geograph. Breite.	Variation in mm.
Quito	0°	— 2,82	Marſeille	43°,18′	— 0,72
Guayra	10°,36′	— 2,44	Strasburg	48°,34′	— 0,80
Jamaika	17°,56′	— 1,45	Paris	48°,50′	— 0,76
Can. Inſeln	28°,8′	— 1,10	London	51°,31′	— 0,38
Rom	41°,54′	— 0,70	—	74°,0′	— 0,10

21) Erfahrungsgemäß erlangt das Barometer überall auf der Erde, bis zu einer Breite von 79° und einer Höhe von 2000 Toiſen hauptſächlich in Folge der dynamiſchen Wirkung der Anziehung von Mond und Sonne (oben S. 257) täglich 2mal ſeinen höchſten und 2mal ſeinen „tiefſten“ Stand, und zwar erſteren wahrſcheinlich allgemein: zwiſchen 8½ und 10½ Uhr Vormittags und zwiſchen 9 und 11 Uhr Abends, und „letzteren“ zwiſchen 3 und 5 Uhr

Abends und 3 und 5 Uhr Morgens. Vorläufig kann man, A. v. H. zufolge, als allgemeine Regel annehmen, in der heißen Zone: $+ 21^h \frac{1}{4}$; $- 16^h$; $+ 10^h \frac{1}{2}$; $- 16^h \frac{1}{4}$ u. in der gemäß. $+ 20^h \frac{1}{2}$; $- 3^h \frac{1}{2}$; $+ 9^h \frac{1}{2}$; $- 17^h$, nach aſtronomiſcher, vom Mittage gezählter Zeit. In einer Breite von 44 bis 48° braucht man zu deren Wahrnehmung und Scheidung von den Barometerſchwankungen wenigſtens 15 — 21 Tage. In der gemäßigten Zone fällt im Winter die Zeit des Maximums am Morgen und die des Minimums am Abend der Culmination der Sonne um 1 — 2 Stunden näher, als im Sommer. In der heißen Zone trifft die Zeit des höchſten und niedrigſten Barometerſtandes für Meeresfläche und für Gebirgsebenen bis zu einer Höhe von 1300 bis 1400 Toiſen dieſelbe; in den gemäßigten Zonen kommen für die Gleichzeitigkeit der Bebungen in tiefen und hoch gelegenen Orten derſelben Breite ſchon darum Ausnahmen (und zum Theil ziemlich merkliche) vor, weil hier für ungleich hohe Gegenden derſelben Polentfernung ſelten Gleichförmigkeit der Winde ſtatt hat, und weil die Wärmeabnahmen ſchon bei mäßigen Höhen ſehr beträchtlich werden, und überhaupt: weil hier die Urſachen der Schwankungen ſchon ſehr merklich hervortreten, und nicht ſelten in ihren Wirkungen überwiegend werden, wie denn Carlini zufolge die phyſiſche Fluth zu Mailand im Sommer nahe 3mal größer iſt, als im Winter, während die dynamiſche ſich in beiden Jahreszeiten nahe gleich bleibt. Uebrigens iſt auch hier der Barometerſtand in der Nähe des Maximums und Minimums nahe ſtationär innerhalb eines Zeitraums der von 12 — 15 Minuten zu 2 Stunden wechſelt. Zwiſchen 15° nördl. und 15° ſüdl. Breite ſind die Schwankungsurſachen ohne merklichen Einfluß auf die Größe der täglichen Bebung; vergl. jedoch oben S. 260.

22) Hinſichtlich der oft aufgeworfenen Frage: wie der mittlere Barometerſtand an Meeresfläche *) zu beſtimmen ſey, ob die ſonſt gewöhnliche einmal-tägliche Beobachtung um 12 Uhr, oder die vom Herausgeber dieſes Hdbs. (in ſ. Grundr. d. Experimentalphyſ. 2te Aufl. I. 341 ff.) u. A. für den Sommer um 8 Uhr Morgens und im Winter Morgens um 9 Uhr das tägliche Mittel des Barometerſtandes angebe, findet H., daß zwar keine dieſer Angaben ſehr abweiche von dem wahren Mittel, daß jedoch möglicher

---

*) Das erſte conſtante Glied in den Formeln für die Barometerhöhe eines Ortes iſt, nach den gemachten Beobachtungen, der mittlere Barometerſtand für dieſen Ort. Bringt man hieran jene Correctionen an, welche erforderlich ſind: wegen der Höhe des Barometers über dem Meere und wegen der beſonderen Einrichtung des gebrauchten Inſtruments, ſo hat man den geſuchten mittleren Barometerſtand an Meeresfläche; ſ. S. 51 ff.

Weiſe für jeden einzelnen Ort, wahrſcheinlich in Folge ſeiner geographiſchen Lage (oben S. 267), ein beſonderes Verhältniß ſtattfinde und man bis Weiteres ſich mit dem arithmetiſchen Mittel aus den gemachten Beobachtungen begnügen und 0,8 Uhr Nachmittags als jene Zeit annehmen muß *). Andere haben zur Beobachtungszeit vorgezogen: Abends um 9 und Morgens 9 Uhr; am ſicherſten würde man gehen, wenn man 4mal täglich: zur Zeit der Maxima und Minima beobachtete, und daraus ſogleich für jeden Tag das Mittel nehme.

23) Noch füge ich dieſen Bemerkungen hinzu:

a) Das oben S. 52 erwähnte v. Bohnenberger'ſche Normal-Barometer (vergl. auch Poggendorff's Ann. VII. 378 ff.) iſt zunächſt dazu beſtimmt die Capillar-Depreſſion: als diejenige Urſache, welche theils auf die Empfindlichkeit, theils auf den Stand des Barometers den meiſten Einfluß hat, genau ermitteln zu können. Daß dieſe Depreſſion auch in gut ausgekochten Röhren nicht gänzlich wegfalle, ſondern gerade beim Heberbarometer (wegen Veränderlichkeit derſelben in dem kürzeren Schenkel), je nachdem die innere Oberfläche der Röhre bei verſchiedenem Feuchtigkeitszuſtande der Luft dieſelbe verſchiedentlich begünſtigt, oder ihr entgegenwirkt, am meiſten dazu beitrage: die Beobachtungsergebniſſe ungenau zu machen (und daß die Oberfläche des Merkur innerhalb der Röhre, auch bei der beſten Auskochung nicht eben ſey, und noch viel weniger hohl werde) berückſichtigend, ließ v. B. ein Normal-Barometer fertigen mit einer Röhre von 14,5 pariſ. Linien im Lichten, und verſehen mit einem ſehr weiten Gefäße, in welchem mehrere Röhren von kleinerem Durchmeſſer ſtehen, die leicht mit anderen vertauſcht werden können. Ein mikroſkopiſcher Apparat dient dazu, die Höhen der Merkurſäule in dieſen Röhren mit großer Genauigkeit zu meſſen. v. B. erhielt mittelſt dieſes Normal-Barometer unter andern folgende Ergebniſſe;

α) Die Depreſſion iſt in dem Vacuo des Barometers überhaupt geringer, als in der Luft, und alle Heberbarometer geben den Barometerſtand zu groß an; deſto mehr: je kleiner der Durchmeſſer der Röhre iſt (vergl. hiemit oben S. 44; in Barometerröhren, welche weniger als 1,5 par. Linien weit ſind, iſt auſſerdem die Merkurſäule — zumal innerhalb der engen Krümmungen der Röhre — durch die Adhäſion des Glaſes minder beweglich; abgeſehen davon: daß dünne Merkurſäulen ſchwer luftfrei darzuſtellen ſind);

β) in Röhren von verſchiedenem Glaſe iſt die Depreſſion, unter übrigens gleichen Umſtänden, ſehr nahe dieſelbe;

---

*) Mein Vorſchlag war für die Breiten berechnet, unter denen Deutſchland liegt.

γ) bei Barometerröhren, welche über 3 par. Linien Weite haben, fangen die Unterſchiede zwiſchen dem Normal-Barometer und einem Heberbarometer an: mehr beſtändig zu werden. Bei geringeren Weiten ſind ſie ſehr ſchwankend;

δ) Barometerröhren von 5 par. Linien Röhrenweite, bedürfen ſchon keiner Erſchütterung mehr, um den wahren Barometerſtand anzugeben; bei 4 Linien Durchmeſſer zeigen ſich vor und nach der Erſchütterung Differenzen von 0,03 bis 0,05 Linien in dem Barometerſtand. Bei 2 Linien Durchmeſſer bleibt die Merkurſäule, wenn man das Barometer vorher geneigt und es hierauf wieder langſam in die verticale Lage gebracht hatte, auf einer zu großen Höhe hängen, von welcher es erſt nach 4—5 Minuten zu dem Ruhepunkt herabſinkt, welches bei einer geringen Erſchütterung der Röhre ſogleich geſchieht. Eine zu ſtarke Erſchütterung, bei welcher das Merkur mit den höher liegenden Theilen der Röhre in Berührung kommt, bringt das Barometer leicht auf einen zu hohen Stand;

ε) die bei dieſen Verſuchen benutzte weite Röhre (von 14‴5 par.) inwendig gut ausgetrocknet, dann mit Merkur gefüllt und nun mit einem ſchon ausgekochten Barometer verglichen, leuchtete ſtark vor dem Auskochen, nach dem Auskochen aber nicht mehr (was die Behauptung beſtätigt: daß das Barometerleuchten der Luftbeimengung ſein Entſtehen verdanke).

b) Beiderlei Urſachen der Barometerveränderungen: die phyſiſche der Schwankungen und die „dynamiſche“ der „Bebungen“ in ihren Wirkungen zu ſondern, gelingt, wie wir zuvor geſehen haben (S. 260 ff.) nur dem ſtrengen Calcul, der, um für dieſen Zweck in Anwendung zu kommen auch für die heiße Zone der vielfach widerholten Beobachtung bedarf, und der glücklich genannt werden kann: wenn er die aufgefundene Wirkſamkeit als Naturgeſetz auszuſprechen in den Stand ſetzt. — Was v. Buch, Dalton, Daniell, „Dove“, „Flaugergues“, „Hällſtröm“, A. v. Humboldt, „Kämtz“, Schouw u. m. A. in dieſer Hinſicht geleiſtet haben, ſowohl zur Sonderung beiderlei Wirkſamkeiten (der dynamiſchen und phyſiſchen), als auch zur Verfolgerung der letzteren (der Wärme) in ihren mannigfaltigen Wechſelformen und Einzelerfolgen (Wind, Luftfeuchte, wäßrige Niederſchläge ꝛc., das haben mit nicht geringem Glücke für die Kenntniß dieſer letzteren Urſache ſelbſt (der Wärme: als Luft- und Erdbegleiter) durchzuführen verſucht auſſer den genannten Phyſikern vorzüglich auch der treffliche Meteorologe H. W. Brandes; vergl. I. 320.

c) Als Ergänzung der S. 319 des I. B. befindlichen Tabelle über die mittlere Wärme verſchiedener Orte mögen noch folgende, aus Gehler's Wörterb. neue Aufl. entlehnte, größtentheils nach A. v. Humboldt's Beſtimmungen entworfene Tabelle dienen:

Oerter.	Breiten.	Temp. C.	Oerter.	Breiten.	Temp. C.
Guiana	. . .	28°,1	Warſchau	52°14′	9°,2
Cumana	10°28′	27,7	Straßburg	48 35	9,1
Batavia	6 12 s	26,9	Berlin	52 32	9,1
Madras	13 5	26,9	Bellycaſtle	55 12	8,9
Senegambia	14 40	26,6	Edinburg	55 56	8,8
Vera Crux	19 12	25,6	Göttingen	51 32	8,3
Havanna	23 9	25,6	Koppenhagen	55 41	7,6
Manilla	14 36	25,6	Delft	52 1	7,5
Cairo	30 2	22,4	Chriſtiania	59 55	5,9
S. Croix di			Williamstown	— —	5,9
Teneriffa	28 28	21,9	Stockholm	59 20	5,8
Algier	36 50	21,0	Upſala	59 52	5,5
Neapel	40 50	18,0	Quebeck	46 48	5,5
Paramatta	33 49 s	17,3	Abo	60 27	5,2
Rom	41 54	15,8	Moscow	55 45	4,5
Marſeille	43 17	14,3	Drontheim	63 26	4,4
Mailand	45 29	13,2	Petersburg	59 56	3,8
Philadelphia	39 57	12,9	Torneä	65 51	3,0
St. Malo	48 39	12,5	Wadſoë	70 20	2,2
Newyork	40 43	12,1	Umeo	63 49	0,7
Peking	39 54	12,6	Uleo	65 0	0,6
Amſterdam	52 22	11,9	Eyafiord	66 30	0,6
Paris	48 50	11,7	Nordcap	71 10	0,0
Franecker	— —	11,3	Cumberland		
London	51 29	10,8	Houſe	54 0	— 0,5
Buda	47 30	10,6	Enontekis	68 17	— 2,8
Cork	51 54	10,6	Nain	57 8	— 3,1
Ofen	47 49	10,6	Fort Enter=		
Wien	48 11	10,3	priſe	64 30	— 9,2
Mannheim	49 39	10,2	Winter = Js=		
Prag	50 5	9,9	land	66 12	— 12,5
Genf	46 12	9,6	Jngloolik = Js=		
Dublin	53 20	9,6	land	69 30	— 13,9
Eniscoo	54 48	9,3	Melville = Js=		
Sala	59 50	9,3	land	75 —	— 18,5

Die mittlere Temperatur des **Nordpols** hat zur Zeit nicht erfahren, ſondern nur hypothetiſch erſchloſſen werden können; ſie iſt, **Arago** zufolge, entweder = 18° C. (und dann noch bewohnbar) oder — 32° C.; erſteres, wenn Amerikas Feſtland ſich bis zum Pole erſtreckt, letzteres, wenn der Nordpol im Ocean liegt (welches letztere wegen der Erdſchwungkraft nicht wahrſcheinlich iſt).

d) Die oben S. 254 Anm. erwähnte größere Temperaturerhöhung der nördlichen Halbkugel iſt, gegen **Cook** (I. 308), durch

Weddel ſtark in Zweifel gezogen worden, denn es fand W. bei einer Unterſuchungsreiſe (veranlaßt durch die vorangegangene Entdeckung eines neuen Archipelagus, ſüd-ſüd-öſtlich vom Feuerlande) weit jenſeits zweier von dem ruſſiſchen Kapitain Billinghauſen aufgefundenen Sporaden, unter dem 74ſten Grade ſüdl. Breite ein völlig eisfreies Meer. Wenn es nicht zuſammen geſchwemmtes Treibeis war, was nordwärts gehend Cook fortzuſchiffen hinderte (und dieſe Vermuthung findet wenigſtens in Cook's Bericht keinen hinreichenden Grund), ſo dürfte das an verſchiedenen Orten des I. B. dieſes Hdbs. (vergl. a. a. O. und 263, 299, 350 ff. und beſonders S. 359 — 360 Bem. 1) Bemerkte durch Weddel's Wahrnehmung, und damit beſtätigt werden, was bereits 1822 vom Verf. d. Hdbs. über die gegen Ende des 18ten Jahrhunderts eingetretene Wärmeänderung der ſüdlichen Halbkugel, aus ſchon damals vorliegenden Thatſachen gefolgert wurde. Jetzt, da das Verhältniß der Wärme unter dem Aequator und den beiden Wendekreiſen, in Neuholland und Neuſüdwallis, auf Van Diemens Land und auf den Sandwich-Inſeln, am Fuße des Hymalaya und in Macao durch Aſtronomen und durch Miſſionarien beſtimmt und auch mittelſt thermoskopiſcher Apparate die Temperatur der wärmſten Meereszone (23° bis 24°,5 R.) nachgewieſen iſt, jetzt wird es in zukünftigen Zeiten leicht werden: ſowohl über den Werth obiger Folgerung, als überhaupt über die fragliche Temperaturveränderung der Erde (als Weltkörperganzes) zu entſcheiden. Die Alten bezeichneten auf Münzen und Denkmälern Afrika als einen Palmenreichen Welttheil; jetzt iſt derſelbe arm an Palmenformen, wie an Einzelpalmen; vergl. oben 256 Anm.

e) Abgeſehen von dieſen Wärmewanderungen, ſind in neueren Zeiten widerholte Beſtimmungen der Wärmezunahme in den Tiefen durchgeführt worden, unter denen vorzüglich die von Arago mit dem Waſſer der arteſiſchen Brunnen angeſtellten, für die Annahme einer Centralwärme entſcheidenden Werth erlangt haben; je größer die Tiefe, aus welcher das erborte Waſſer dieſer Brunnen aufſteigt, um ſo größer auch die Wärme deſſelben (vergl. I. 412). „Hier iſt aller Verdacht von niederſinkenden, ſich verdichtenden und alſo Wärme-entbindenden Luftſchichten entfernt (denn das Waſſer zeigt nicht etwa nur unmittelbar nach dem Erboren, ſondern darauf fortdauernd die höhere Temperatur); hier ſind Menſchennähe und Wirkung bergmänniſchen Geleuchtes nicht zu fürchten. Dieſe denkwürdigen Beobachtungen lehren, wie, unabhängig von der Schiefe der Ekliptik im früheſten, gleichſam jugendlichen Zuſtande der Planeten, Tropennatur und Tropenvegetation unter jeglicher Zone entſtehen und ſo lange fortdauern konnte, bis durch Wärmeſtralung aus der erhärteten Erdrinde, und durch allmälige Ausfüllung der Gangklüfte mit heterogenen Geſteinmaſſen, ſich ein Zuſtand bildete, in welchem (wie Fourier gezeigt hat) die Wärme der Oberfläche und des Luftkreiſes nur von der Stellung des Planeten gegen die Sonne abhängt" (weil die Erde nun im Gleichgewichte ſich hält zwiſchen

Wärme-Empfangen und Wärme-Verlieren). A. v. Humboldt in P's Ann. XI. 13 ff.

f) „Die Wärmeerzeugung durch Lichtſchwächung (beim Stralen des Sonnenlichts durch die Luft hindurch zur Erde; vergl. oben S. 221) iſt zwar überaus geringe, aber doch bemerkbar auf dem Ocean, wo A. v. H. in großer Entfernung von den Küſten, ſelbſt dann, wenn das Waſſer kälter als die Atmoſphäre war, die Temperatur der letzteren, zur Mittagszeit, mit der Sonnenhöhe zunehmen ſah; a. a. O. 16. Neuere Unterſuchungen (a. a. O. VII. 165) haben gezeigt, daß es in beiden Welttheilen unter dem Aequator, deſſen mittlere Lufttemperatur ſich auf 22°,2 R. erhebt, nicht merklich heißer iſt, als in 10° nördl. und ſüdl. Breite. Arago hat durch zahlreiche optiſche Verſuche dargethan: daß von der ſenkrechten Einfallsrichtung an, bis zu einem Zenithabſtande von 20 Graden, die Menge des zurückgeworfenen Lichtes (von der die mindere Erwärmung des erleuchteten Körpers abhängt) faſt dieſelbe bleibt. Vergleicht man, nach A. v. H. (a. a. O.) die mittleren jährlichen Temperaturen mit einander, ſo findet man, daß, im weſtlichen Theile des alten Continents, die Temperaturen von Süden gegen Norden abnehmen:

von 20°	bis	30°	Breite	um	3°,2 R.
30	—	40	—	—	3,6 —
40	—	50	—	—	5,7 —
50	—	60	Br. nur	—	4,4 —

(vergl. I. 315—317. In beiden Continenten iſt die Region, wo die Wärmeabnahme am ſchnellſten iſt, zwiſchen dem 40ſten und 45ſten Grad der Breite zu ſuchen; es iſt aber auch die Variation des Quadrats des Coſinus, welches das Geſetz der mittleren Temperatur ausdrückt, die größtmöglichſte bei 45° Breite; ſ. I. 313 §. 92. Im öſtlichen Theile des neuen Continents ſind die Abnahmen der mittleren Temperatur

von 20°	bis	30°	Breite	um	5° R.
30	—	40	—	—	5,7 —
40	—	50	—	—	7,2 —
50	—	60	Br. nur	—	5,8 —

Das Vorherrſchen der Weſtwinde in den gemäßigten und kalten Himmelsſtrichen begründet den Unterſchied der Klimate an den Oſt- und Weſtküſten ein und deſſelben Continents (ſ. oben S. 241, 246 ff., 256 ff.). Die weſtlichen Winde, welche man als Gegenwirkungen der tropiſchen Paſſatwinde betrachtet (oben S. 250), gelangen zu einer öſtlichen Küſte, wenn ſie im Winter den vorliegenden, mit Schnee und Eis bedeckten Continent bereits durchſtrichen haben; dagegen führen zu weſtlichen Küſten (in Europa, wie in Neucalifornier und Nootka) weſtliche Winde Luftſchichten herbei, die ſich

im

im ſtrengſten Winter in Berührung mit der großen oceaniſchen Waſſermaſſe erwärmt haben (oben S. 257). Die niedrigſte Temperatur, zu welcher das atlantiſche Meer auſſerhalb des Golfſtromes, zwiſchen dem 40ſten und 50ſten Breitengrad (alſo in Breiten von Spanien, Frankreich und Deutſchland) herabſinkt, iſt, nach A. v. Humboldt's Unterſuchungen, im Januar in 40° Breite nicht unter 10°,7; in 45° Breite nicht unter 9°,8. Rennell findet für 50° Breite (alſo in der Zone des nördlichen Deutſchlands) eine Wintertemperatur des atlantiſchen Meerwaſſers, größer denn jene, welche im Januar ſelbſt die Luftſchichten von Marſeille nicht erreichen. Wenn die relative Ausdehnung von Aſien und Nordamerika, von der Südſee und dem nördlichen atlantiſchen Ocean anders wäre, als ſie jetzt iſt, ſo würde, durch ungleiche Erwärmung der feſten und der flüſſigen Theile der Erdoberfläche, das ganze Syſtem der Winde in der nördlichen Hemisſphäre, ſowohl ihrer Richtung als ihrer Stärke nach (oben S. 251 ff.) verändert werden. Finden ſich unter denſelben Breitengraden, wo in dem nördlichen Europa noch Garten= und Ackerbau getrieben werden, in Nordamerika und Nordaſien nur ſumpfige, moosbedeckte Länder, ſo äuſſert dagegen die kräftige Wärmeſtralung von Inner=Aſien, zwiſchen den faſt parallelen Bergketten des Himalaya, des Zungling und des Himmelsgebirges den glücklichſten Einfluß auf die aſiatiſche (Bodencultur und dadurch bedingte) Bevölkerung. Die ewige Schneegränze liegt am nördlichen Abhange des Himalaya (Celebrook's neuen Meſſungen zu Folge) 4000 Fuß höher, als am ſüdlichen Abhange (nach Webb und Raper iſt der Unterſchied noch größer; oben S. 229). Vergl. Alex. v. Humboldt a. a. O.

g) Wie die Strömungen des Luftmeeres durch die veränderliche Abweichung der Sonne und durch die Richtung der Bergketten, an deren Abhange ſie herabgleiten (oben S. 294 Anm.) vielfach abgeändert werden, ſo führen auch die Strömungen des tropfbaren Oceans die wärmeren Waſſer niedriger Breitengrade in die temperirte Zone (oben S. 254 Anm. und I. 251, 270 ff., 353, 411—412). So wenden ſich die von den Paſſatwinden immer gleichförmig bewegten Waſſer des atlantiſchen Oceans, gegen den vorſtehenden Damm der Landenge von Nicaragua getrieben, nordwärts, um, in dem Golf von Mexiko wirbelnd umgetrieben, durch den Kanal von Bahama auszufließen, ſetzen hierauf (als Strom warmen Waſſers) ihren Fließungslauf fort: zuvörderſt nordöſtlich gegen die Bank von Neufoundland, dann ſüdöſtlich gegen die Gruppe der Azoren, und bringen, wenn ſie vom Nordweſtwinde begünſtigt werden, Palmenfrüchte der Antillen, mit franzöſiſchen Weinen gefüllte Fäſſer aus verunglückten Schiffen, ja ſelbſt lebendige Esquimaux aus Oſtgrönland mit ihren ledernen Böten, ſey es nach Irland, oder nach den Hebriden, oder auch wohl nach den Küſten von Norwegen (vergl. hiemit Siber's und meine Bemerkungen über die Entdeckung von Amerika, durch die Phönikier und ſpäter durch die Normannen lange vor der neueren Widerentdeckung des genannten Welttheils;

in m. Arch. VII. 104 ff.). Der vielgereiſte Aſtronom Sabine verſicherte A. v. Humboldt erfahren zu haben: wie Fäſſer mit Palmöl, die beim Kap. Lopez, etwas ſüdlich vom Aequator, durch Schiffbruch verloren giengen, erſt von den Aequatorial- und dann vom Golfſtrome getrieben, den atlantiſchen Ocean zweimal, von O. gegen W., in 3° und in 50° nördl. Breite durchſchnitten, um endlich glücklich zu landen an den Küſten von Schottland. Das wohlerhaltene Zeichen des afrikaniſchen Eigenthümers ließ keinen Zweifel über die Richtung, welche die Fäſſer genommen hatten; A. v. H. in P's Ann. XI. 25 — 26. „Wie hier Aequatorialwaſſer im atlantiſchen Ocean, durch den Golfſtrom, nördlich geführt werden, ſo habe ich (bemerkt A. v. H. a. a. O.) in dem ſtillen Meere, und zwar in der ſüdlichen Hemisſphäre, einen Strom erkannt, der längs dem Littoral von Chili und Peru kälteres Waſſer hoher Breiten unter die Wendekreiſe führt.“ Vergl. dieſes Hdb. I. 411.

h) „Sandbänke werden, wie Benjamin Franklin zuerſt gelehrt hat, früher durch das Thermometer erkannt, als durch das Senkblei. Auf dem Abhange der Untiefen, durch Stoß anſteigend, miſchen ſich die unteren kälteren Waſſerſchichten mit den oberen wärmeren. So verräth dem Schiffer plötzliche Meereskälte die nahe Gefahr. Durch ihre Temperatur wirken die Untiefen auf die darüber ſtehende Luft, in der ſie Nebel und weitgeſehene Gruppen von Wolken erzeugen.“ A. v. H. in P's Ann. XI. 10 — 11. An dieſer Kälte der Sandbänke dürfte auſſer jenem Gegenſtoſſe des kalten Waſſers wohl vorzüglich Theil haben α) die verhältnißmäßig gute Wärmeleitung der Bänke, in deren Folge ſie das ſie umgebende Waſſer fortdauernd entwärmen, und β) die Widerausſtralung dieſer Wärme, durch das Waſſer hindurch. Das Waſſergas, das ſich hiebei (wohl hauptſächlich an der äuſſerſten Oberfläche des Waſſerſpiegels bildet, dehnt ſich, empor wirbelnd, mehr und mehr aus, kühlt ſo ſeiner Seits ebenfalls die Luft und fördert dadurch nicht nur die Luftkühlung durch Waſſerberührung, ſondern trägt auch Luft-entwärmend zur Nebelbildung, und Luft-Waſſergas aufwärts ſchnellend zu ungewöhnlichen Erhebungen des das Meer bedeckenden Waſſergaſes und dadurch zur Entſtehung der Wolken bei? Auch dürfte dieſe Stralwärme für die Dunſtbläschen der Wolken ausdehnend wirken; I. 258.

i) Die veränderte Abweichung der Sonne und die dadurch in ihrer Stärke geänderten oberen Luftſtröme, vom Aequator gegen die Pole hin, beſtimmen den Anfang der Regenzeit (I. 270) und der elektriſchen Exploſionen, welche beide zu regelmäßigen Epochen eintreten. Nach der Richtung des Wolkenzuges kann der Reiſende (in den Tropengegenden) ſich faſt wie nach der Magnetnadel orientiren; und in der trocknen Jahreszeit würde in vielen Gegenden der Tropenwelt die Erſcheinung eines Gewölkes am dunkelblauen Himmel die Bewohner eben ſo in Erſtaunen ſetzen, als uns der Fall eines Aerolithen, oder des rothen Polarſchnees, als den

Peruaner das Krachen des Donners, oder als alle Bewohner tropiſcher Ebenen ein Hagelwetter. A. v. Humboldt a. a. O.

k) Ohnfern dem Wendekreis des Krebſes, im Golf von Mexiko, dient die Unterbrechung der ſtündlichen Oscillationen des Barometers als Vorbote nahenden Sturmes *). A. v. H.

---

*) A. v. H. vermochte während mehrerer Nächte über den Einfluß des Mondes auf die Barometerbebungen (oben S. 217) nichts Genügendes wahrzunehmen; dagegen verſicherte ihn Mutis zu Bagota in den Quadraturen höheres Steigen und tieferes Fallen des Barometers wahrgenommen zu haben, als zu den Zeiten der Oppoſitionen und Conjunctionen, wo die Unterſchiede zwiſchen den Barometerſtänden 11 Uhr Abends und $3\frac{1}{2}$ Uhr Morgens auffallend klein werden. Bouſſingault fand die Abweichung des mittleren Barometerſtandes während der Syzygien von dem zur Zeit der Quadraturen nur um $0^{mm},16$ abweichend; Toaldo will, in Folge 40jähriger Beobachtung nach einer nicht ſehr genauen Methode, in Italien das Barometer haben höher ſtehen ſehen, während der Quadraturen als zur Zeit der Syzygien, und höher beim Apogno als beim Perigno; a. a. O. 305 — 306 Anm. — Bouvard neueſten hieher gehörigen Berechnungen zufolge (P's Ann. XIII. 137 ff.) ergab ſich aus der Geſammtheit von 8940, während 12 Jahren auf dem Pariſer Obſervatorio (täglich 3mal: um 9 Uhr früh, Mittags und um 3 Uhr NM.) angeſtellten Beobachtungen (vom 1ſten Januar 1815 bis zum 1. Januar 1827; während deſſen 298 Syzygien und eben ſo viele Quadraturen eintreten) als mittlerer Werth der täglichen Periode zur Zeit der Syzygien $0^{mm},778$ und zur Zeit der Quadraturen $0^{mm},782$. Das Mittel dieſer beiden Größen, $0^{mm},780$, kommt nahe mit dem Werthe überein, der ſich für dieſes Element aus ſämmtlichen (von 1816 bis 1826 zu Paris angeſtellten Beobachtungen ergiebt. Aus den arithmetiſchen Mitteln der Barometerſtände um 9^h Morgens, 3^h Nachmittags und 9^h Abends, von 1816 — 1826 findet B. zu Paris die tägliche Schwankung von 9^h Morgens bis 3^h NMs. $=$ $0^{mm},756$, und die von 3^h NMs. bis 9^h Abends $=$ $0^{mm},373$. Vgl. oben Bem. o Anm. Beides bei 0° C. — Aus Beobachtungen, angeſtellt ſeit dem Anfange des Jahres 1826 auf dem St. Bernhard und zu Genf geht hervor, daß die täglichen Variationen, die zu Genf (nach dem Mittel aus den Jahren 1826 und 1827) noch eine Größe von 0,355 par. Lin. beſitzen, auf dem St. Bernhard, d. i. in einer Höhe von 1278 Toiſen über dem Meer gänzlich verſchwinden (vergl. oben S. 241). Die Barometerſtände um 9 Uhr Morgens und um 3 Uhr Nachmittags ſind hier ein-

in P's Ann. XII. 305. Was ſich, fügt A. v. Humboldt Obigem hinzu, aus dem zwiſchen 25° ſüdl. und 55° nördl. Breite, und dem

---

ander faſt gleich, oder die letzteren, gegen die Regel, meiſt um ein Geringes größer, als die erſteren. Der Grund dieſer Anomalie iſt zur Zeit noch nicht mit Beſtimmtheit anzugeben; nicht unwahrſcheinlich iſt es indeß, daß, wie d'Aubuiſſon gezeigt hat (Gilbert's Ann. LXVII. 277) die nahe bis gegen 3 Uhr ſteigende Erwärmung der unteren Luftſchichten Luft genug zu den Höhen hinauftreibt (und dadurch das dort befindliche Barometer zum Steigen bringt) um ſchon bei Punkten, wie das Hoſpiz auf dem St. Bernhard, der täglichen Variation entgegen wirken zu können (vergl. oben S. 101 Anm.). Wenigſtens hat dieſe Annahme mehr für ſich als jene ſehr unwahrſcheinliche: daß auf dem St. Bernhard die Periodicität des Barometers eine ganz andere ſey, als die gewöhnliche; eine Annahme, die, in Bezug auf Franecker in Holland, neuerlich durch van Swinden vertheidigt wurde, geſtützt auf die Beobachtung: daß zu F. das Barometer von 6 Uhr Morgens bis 1 oder 2 Uhr Nachmittags ſteige, von da an bis 6 Uhr Abends ſinke, um wieder zu ſteigen. P's Ann. a. a. O. 149—152. (Welchen Theil hat hieran die Rückſtralung der Wärme von den Schleier- und Schichtwolken — den Nebeln — über Holland, welchen der Wechſel jener zahlreichen Luftſtrömungen, welche hervorgehen aus den Abänderungen der Land- und Seewinde, erzeugt durch die eigenthümliche Beſchaffenheit des Landes?) — Vergleicht man übrigens das Reſultat, zu welchen in Beziehung auf atmoſphäriſche Mondesfluth Laplace gelangte mit denen Bouvard's, ſo ergiebt ſich: daß eine nur um 3 Jahr verlängerte Beobachtungsreihe, ſo wie eine etwas verſchiedene Benutzung der Beobachtungen und eine etwas abgeänderte Berechnung derſelben, die Größe der Mondsfluth auf mehr als ein Drittel ihres früheren Werthes herabgeſetzt, und die Zeit des Maximums derſelben am Tage der Syzygie um mehr als eine Stunde verſchoben hat; eine Thatſache, die freilich Bedenken erregt gegen einige der von Flaugergues (oben S. 217) aufgeſtellten Sätze, jedoch nicht entgegengeſtellt werden kann, Fs. unmittelbaren Beobachtungsergebniſſen; vergl. P's Anm. a. a. O. Laplace leitet übrigens die atmoſphäriſche Fluth ab: 1) von der directen Wirkung der „Sonne" und des Mondes auf die Atmoſphäre, 2) von der periodiſchen Hebung und Senkung des Weltmeers (als der beweglichen Baſis der Atmoſphäre) und von der Anziehung des in periodiſcher Geſtaltsänderung begriffenen Meeres auf die Atmoſphäre. Von dieſen Wirkungen beider Weltkörper fällt die der „Sonne" mit der

Meeresſpiegel bis zur Höhe von 1400 Toiſen bisher angeſtellten

---

täglichen Variation, welche ſie modificirt, zuſammen (und iſt daher nicht unter denen auf der Pariſer Sternwarte gemachten Beobachtungen erkennbar) die des Mondes hingegen (da ihre Periode nicht ein halber Sonnen-, ſondern ein halber Mondstag iſt) ſich nach Mondesſtunden richtend, kann erſt nach Verlauf eines halben Monats dieſelbe werden zu denſelben Sonnenſtunden. Fiele daher z. B. das Maximum dieſer durch directe Wirkung des Mondes auf die Erdluft erzeugten Fluth um 9 Uhr Morgens, ſo würde das Minimum um 3 Uhr Nachmittags eintreten; das Gegentheil aber würde ſtatt haben am Tage der Quadratur. Es wird daher dieſe directe Mondsfluth die täglichen Variationen am erſteren Tage vergrößern, am letzteren vermindern, und der Unterſchied zwiſchen dieſen Variationen wird das Doppelte des Betrages der atmoſphäriſchen Mondesfluth ſeyn. (Laplace findet für die Größe der Mondesfluth ein Achtzehntel Millimeter, und für die Zeit ihres Maximums des Abends, am Tage der Syzygie, $3\frac{1}{3}$ Uhr. Er findet es daher wahrſcheinlich, daß die atmoſphäriſche Mondsfluth die tägliche Variation zur Zeit der Syzygien verringert und zur Zeit der Quadraturen vergrößert, aber innerhalb ſolcher Grenzen, daß dieſe Fluth den Barometerſtand nur um $\frac{1}{18}$ Millimeter in plus oder minus ſchwanken macht. Um ein ſo kleines Element, wie dieſe Fluth mit Genauigkeit zu erhalten, würden wenigſtens 40000 Beobachtungen erfordert; vorſtehende Reſultate ſelbſt wurden nur aus 4752 Beoachtungen abgeleitet). Die geringe Dichte des Meeres in Bezug auf die mittlere Dichte der Erde geſtattet nicht, bemerkt L., der periodiſchen Geſtaltsveränderung des Meeres einen merklichen Einfluß auf die Mondesfluth zuzuſchreiben, und, da die Luft weit weniger unregelmäßig über die Erde verbreitet iſt, als das Meer, ſo wird auch die ſtärkſte Abänderung der Geſtalt des Meeres (die größte Meeresfluth; z. B. ſog. Springfluth I. 452) nur ſehr geringe Aenderungen hervorbringen in den Geſtalts- (Dehnungs- und Verſchiebungs-) Aenderungen der Luft. — Indeß muß doch jeder tägliche Wechſel von Ebbe und Fluth des Meeres nothwendig im Gefolge haben, einen eben ſo oft eintretenden allgemeinen Strömungswechſel der Luft; denn wo Meeresebbe eintritt, wird die Luft zufließen, wo Meeresfluth ansteigt, hingegen abwehen, und es wird ſich daher bei dieſen täglichen Wechſeln des Meeresſtandes nicht blos von einem örtlichen Verkürzen oder Verlängern der Luftſäulen, ſondern auch von entgegengeſetzten Bewegungen und damit von wechſelnden Druckänderungen der Luft handeln: hervorgebracht nicht ſowohl durch

Beobachtungen direct über die täglichen Barometervariationen ergiebt, zeigt folgende Tafel:

---

die zu verſchiedenen Zeiten ungleich ſchwere Maſſe, als vielmehr: durch die ungleiche in den Richtungen wechſelnde Stoßgewalt dieſer Maſſe; oder, mit andern Worten: auf die tägliche Bebung des Barometers werden für jeden Ort geregelten Wechſeleinfluß ausüben, die den Wechſeln der Meeresfluth und Meeresebbe entſprechenden Windſtöße. Uebrigens übergeht die neuere Phyſik mit Stillſchweigen jede Frage nach einer ſpecifiſchen Ziehung des Mondes zu Einzelgaſen (z. B. zum Waſſergas) der Luft; ſo lange aber noch keine mehr entſcheidenden Thatſachen für das Nicht-in-die-Ferne-wirken der: Adhäſionskräfte entwickelnden Körper vorliegen, als die gegenwärtig (lediglich von hieher gehörigen, der Erdſchwere ſich unterordnenden Wirkungen entlehnten) bekannten Adhäſionsäuſſerungen, ſo lange wird es auch wohl erlaubt ſeyn daran zu zweifeln: daß jene vermutheten ſpecifiſchen Anziehungen ſchlechthin zu verneinen ſind; und zwar wird dieſe Erlaubniß um ſo mehr zugeſtanden werden müſſen, da ſchon jetzt einzelne Beobachtungen gegeben ſind, die für gewiſſe Materien die Adhäſionsäuſſerung in meßbare Ferne kaum bezweifeln laſſen. Ob jedoch ſolche Ferne, wie die des Mondes bei den hier, in Abſicht auf Größe ſehr beträchtlichen, in Frage kommenden Maſſen noch zuläßt: Merkbarkeit der Einwirkung? Das kann allein entſchieden werden durch eine ſehr lange Reihe von gleichzeitigen Beobachtungen des Barometers und des Pſychrometers, oder Hygrometers. Faſt eine nicht minder große Anzahl von Beobachtungen des Barometers, des Anemometer's (Windſtärke-Meſſer's) und der Wetterfahne dürfte fordern: die Nachweiſung jener Luftwehungswechſel, welche in Folge des Wechſels von Ebbe und Fluth des Meeres hervorgehen; indeß liegen, wenn auch nicht für dieſen Zweck doch naturgetreu aufgezeichnet, bereits viele hieher gehörige Beobachtungen vor, die nur des kundigen Vergleichers und Berechner's (z. B. eines Dove) bedürfen, um für obige Fragen Rede zu ſtehen. Geſetzt aber, es fiele auch die Antwort eines alſo (wie der genannte) berufenen Redner's, in Folge ſolcher Vergleichung und Berechnung verneinend aus, ſo wäre auch dieſe Verneinung Gewinn für die Wiſſenſchaft, weil ſie zeigte: welche Art von Abänderungen der Atmosphäre, auch für ſehr lange andauernde unausgeſetzte Beobachtungen, unmerklich erſcheinen und daher — nicht berückſichtigt zu werden brauchen.

Beobachter.	Wendeſtunden. Min. nach Mittern.	Max. am Morgen.	Min. nach Mittag.	Max. am Abend.	Größe der Oscillat. in Millim.	Beobachtungsorte.
Lamanon u. Mongès	— 4	+ 10	— 4	+ 10	—	Atlant. Ocean am Aequator.
A. v. Humboldt und Bonpland	$4\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{2}$	11	2,55	Trop. Amerika, zwiſchen 23° nördlicher Breite und 12° ſüdlicher Breite und 0t bis 1500t Höhe.
Duperrey	3	9	$3\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{4}$	3,40	Payta, Küſte von Peru, 5°6′ ſüdl. Br.
Bouſſingault		$9\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	10	2,44	La Guayra, 10°36′ nördl. Br.
und Rivero	4	9	4	10	2,29	Bagota, 4°35′ nördliche Breite und 1366t Höhe.
Horsburgh	4	$8\frac{1}{2}$	4	11	—	Indiſches u. afrikan. Meer, 10° n. Br. — 25° ſüdl. Br.
v. Langsdorf und Horner	$3\frac{1}{2}$	$9\frac{3}{4}$	4	$10\frac{1}{2}$	—	Südſee zwiſchen den Tropen.
Sabine	5	$9\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$	10	—	Sierra Leona, 8°30′ nördl. Breite.
Kater	5	$10\frac{1}{2}$	4	$10\frac{1}{2}$	—	Hochebene von Myſore, 14°11′ nördl. Breite und 400t Höhe Regenzeit.
Simonoff	$3\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$9\frac{3}{4}$	—	Südſee, 24°30′ nördl. Breite bis 25°0′ ſüdl. Breite.
Richelet	5	9	5	10	—	Macao, 22°12′ nördl. Breite.
Balfour	6	$9\frac{1}{4}$	6	10	—	Calcutta, 22°34′ nördl. Br.

Beobachter.	Wendeſtunden. Min. nach Mittern.	Max. am Morgen.	Min. nach Mittag.	Max. am Abend.	Größe der Oscillat. in Millim	Beobachtungsorte.
Dorta, Freycinet u Eſchwege . . .	— 3	+ 9¼	— 4	+ 11	2,34	Braſilien, zu Rio Janeiro 22°54′ ſüdl. Breite und bei den Miſſionen der Caroatos Indier.
Hamilton . . .						Hochebene von Katmandu in Indien, 27°48′ nördl. Breite.
Leop. v. Buch . .		10	4	11	1,10	Las Palmas auf Gran Canaria, 28°8′ nördl. Breite.
Coutelle	5	10	5	10½	1,75	Cairo, 30°3′ nördl. Br.
Marqué=Victor .	Sommer	8½	5½	11	1,20	Toulouſe, 43°34′. Mittel aus 5 Jahren.
	Winter	10	2½			
Billiet	Sommer	7½	3		1,00	Chambery, 35°34′ n. Br., 137^t Höhe.
	Winter	10	2			
Ramond	Sommer	8	4	10	0,94	Clermont=Ferrand, 45°46′ nördl. Br., 210^t Höhe.
	Winter	9	3	9		
Herrenſchneider .	5	8½	3½	9½	0,80	Strasburg, 48°34′ nördl. Br. Mittel aus 6 Jahren.
Arago		9	3		0,72	Paris, 48°50′ nördl. Br. Mittel aus 8 Jahren.
Nell de Bréautté		9	3		0,36	La Chapelle bei Dieppe, 49°55′ nördl. Breite.
Sommer und Beſſel		8½	2½	10	0,20	Königsberg, 54°42′ n. Br. 8 Jahre.

Im gemäßigten Europa liegen die Grenzen der äuſſerſten monatlichen Oscillationen, bei der aufſteigenden Bewegung, um die Hälfte näher an einander, als unter den Wendekreiſen; bei den Grenzen der „niederſteigenden" Oscillationen iſt dieſer Unterſchied zwiſchen beiden Zonen „weit unbeträchtlicher." Die Unterſchiede zwiſchen den Extremen zu denſelben Stunden des Jahres gehen von 4 bis 4½ Millimeter: an der Grenze der heißen Zone; am Wendekreis des Steinbocks ſteigen ſie zuweilen auf 21^{mm}, an dem des Krebſes bis 25 und 30^{mm}. A. a. O.

l) Statt ſeiner früheren mittleren Barometerſtandbeſtimmung zu Cumana (oben S. 265) = 337''',8 oder 762^{mm},02 bei 25° C. (bei 0° C. = 758^{mm},59) theilt A. v. Humboldt a. a. O. S. 401 ff. Nachſtehendes mit: Bouſſingault und Rivero haben vor ihrer Einſchiffung nach Guayra, gemeinſchaftlich mit Arago, zwei treffliche Fortin'ſche Barometer mit dem im Obſervatorio zu Paris verglichen und dann ſpäterhin erkannt, daß dieſe beiden Barometer unter ſich denſelben Unterſchied beibehalten hatten, den ſie in Europa beſaßen. Mit ſolchem Inſtrumente fand nun B., daß, am Niveau des Oceans, zu Guayra, das Mittel aus denen 12 Tage lang beobachteten Maximis und Minimis, bei 0° C. betrug = 760^{mm},17. Arago berechnet aus 9jährigen Beob. zu Paris den mittleren Barometerſtand daſelbſt, bei 0° C. und an Meeresſpiegelfläche zu 760^{mm},85 *). Der Unterſchied der beiden Mittelſtände, beſtimmt ſo zu ſagen mit demſelben Inſtrumente, ſteigt alſo auf 0^{mm},68. Selbſt zu Guayra, ſetzt A. v. H. hinzu, kann, in Folge zufälliger atmoſphäriſcher Störungen, der aus den Maximis um 9^{h} Uhr und Minimis um 3^{h},5 abgeleitete mittlere Barometerſtand, in den verſchiedenen Jahrszeiten um einen Millimeter größer oder kleiner abweichen.

m) John Davy's Beobachtungen (I. 421) über den Gang der täglichen Variationen der Lufttemperatur auf dem Meere zwiſchen den Wendekreiſen, geben Folgendes: α) Wenn das Wetter ſchön und der Wind beſtändig iſt, iſt die größte Lufttemperatur genau zu Mittag und die niedrigſte genau gegen Sonnenaufgang, d. h. genau gemäß dem Sonnenlaufe; β) die Veränderungen während der Dauer von 24 Stunden ſteigen bis auf 2° C., ſo lange die Sonne über dem Horizonte weilt, während der Nacht ſind ſie hingegen ganz unbedeutend; γ) Ausnahmen von dieſen Geſetzen finden häufig ſtatt zur Zeit der Windſtille, und ſelbſt bei ſchönem

---

*) Der mittlere Barometerſtand im Obſervatorio zu Paris iſt 755^{mm},43. Der Unterſchied zwiſchen dieſem Obſervatorio und dem Hafen in Havre, beträgt, nach einjährigen correſpondirenden Beobachtungen an verglichenen Inſtrumenten: 5^{mm},42.

Wetter; das Minimum der Wärme trifft dann nicht zu Mittage, ſondern (wie auf dem Lande) einige Zeit nachher, um 2—3 Uhr N.M. ein; noch merklicher aber beim Sturme und unbeſtändigem Wetter, wo große Unregelmäßigkeiten eintreten. In Betreff der Meerwaſſer-Temperatur bemerkt J. D., daß die tägliche Wärmeänderung des Waſſers faſt eben ſo groß iſt, als jene der Luft über dem Meere; bei ſchönem Wetter, und bei glatter See fand er ſehr fern vom Lande die Temperatur des Meerwaſſers gegen 4 Uhr Nachmittags am größten und gegen Sonnenaufgang am kleinſten; Gilbert's Ann. XLVI. 116, 119, 128. Nach Lamarche ſind die Wärmeänderungen des Meeres etwas geringer, als die der Luft; a. a. O. 154. Vergl. hiemit Peron's, A. v. Humboldt's, Horner's u. A. Beob. I. 411 ff. Peron beobachtete in der Zone von 49° nördl. Breite bis 44° ſüdl. Breite täglich 4mal (um 6 Uhr Morgens, 12 Mittags, 6 Abends und 12 Mitternachts) und fand auſſer dem ſchon Erwähnten: α) daß das Meerwaſſer der obereren Schicht Mittags „kälter" und Mitternachts ſtets „wärmer" iſt als die Luft, während es Morgens und Abends mit ihr nahe temperaturgleich erſcheint; β) daß das Mittel aus allen 4 täglichen Beobachtungen für das Meerwaſſer ſtets eine Temperatur giebt: etwas höher als die mittlere der Luft (wie denn auch J. Davy das Mittel aus dem täglichen Minimum und Maximum der Merkurtemperatur mit wenigen, anſcheinend zufällig bedingten Ausnahmen immer höher fand, als das thermometriſche Mittel der Luft); γ) daß Stürme, Klippen und Meeresſtrömungen die Meerestemperatur am leichteſten umſtimmen, und δ) daß erſtere, wenn ſie als kalte Luft über das Meer wegſtreichen, ſie die Luft über dem Meere eher und ſchneller kühlen, als das Waſſer (während die Luftwärme um 6° R. ſank, fiel die des Waſſers häufig nur um 1° R.) und zwar 1) weil die Luft unmittelbar gekältet wird durch Vereinigung mit der zufließenden, 2) weil letztere in ihr Waſſerverdampfung erfährt, zu der ſie Wärme abtreten muß und 3) weil das unter der Oberflächenſchicht befindliche ſchon bei mäßigen Tiefen wenig bewegte Waſſer die Wärme ſehr ſchlecht leitet. Vielleicht trägt der Sturm ſelbſt auch dadurch poſitiv zur Waſſerwärmung bei, als er Druck übt gegen das Waſſer und in daſſelbe Luft eintreibt, die zuſammengepreßt Wärme entläßt? Sollte dieſe Vermuthung erwieſen werden, ſo würde dadurch jene ältere Behauptung gerechtfertigt: daß Stürme das Meer wärmen. Uebrigens können die Stürme jedenfalls das Mittel werden, daß die Meerwaſſertemperatur am Tage eine Zeitlang fortfährt ſich über die der Luft zu erheben. — Wird an der Küſte Amerikas, innerhalb des oftgedachten Golfſtromes das Bleiloth aus Tiefen von 80 bis 100 Faden heraufgezogen, ſo iſt es ſo heiß, daß die Hand es nicht ohne Verletzung zu berühren vermag (Schweigger's Journ. XI. 277); welche unermeßliche Menge Wärme wird auf dieſe Weiſe fortdauernd von Seiten der Erde geſpendet ihren flüſſigen Bedeckungen, und von welchem Umfange müſſen die vulkaniſchen Heerde ſeyn, die ſeit Jahrtauſenden ſolche Hitze zu entwickeln vermögen, ohne daß man irgend

eine Spur von Wärmeminderung jener Wäſſer wahrzunehmen im Stande iſt!

n) Entgegen den kältenden Wirkungen der Sandbänke (oben S. 274) iſt, Peron's Beob. gemäß jene Wärmeänderung, welche hervorgeht: aus der Nähe der Küſten, insbeſondere ſolcher, die großen Continenten angehören; denn je näher denſelben, um ſo mehr nimmt (bei gleichen Tiefen) die Meerwaſſertemperatur zu. Der Grund dieſer Erſcheinung dürfte hauptſächlich gegeben ſeyn: in der Nichtberührung des tieferen kälteren Meerwaſſers (über die zunehmende Kälte des Meerwaſſers von beträchtlicher Tiefe; vergl. I. 411) und in der Wärmebeſtralung des Meeres durch die Höhen und in der Wärmezuleitung durch den Boden des Feſtlandes; letztere iſt jedoch kaum in Anſchlag zu bringen, weil ſie, Sauſſure's Beobachtungen gemäß, um 30 Fuß zu durchlaufen ſchon 6 Monat erfordert *).

---

*) Wahlenberg's Entdeckung zufolge übertrifft bekanntlich die Wärme des Bodens die mittlere Lufttemperatur um ſo mehr, je weiter man gegen Norden heraufgeht; I. 344. W. ſuchte die Urſache dieſer Erſcheinung in der geringen wärmeleitenden, daher gegen das Eindringen der Winterkälte ſchützenden Schneedecke. Ich leitete dieſe Erſcheinung (I. 346) hauptſächlich davon ab: daß zur Winterszeit in jenen Gegenden kein tropfbares Waſſer in den Boden eindringen könne; denn nur ſo weit der Boden naß iſt, wird er kalt und gegefriert er. Dieſelbe Urſache nimmt nun auch L. v. Buch dafür an, indem er S. 405 des XII. B. von P's Annal. bemerkt: deswegen aber wirkt die große Winterkälte des Nordens ſo wenig auf den Boden, und mit ſo größerer Differenz, je niedriger die Temperatur iſt, weil im Winter keine Wäſſer fließen, und Temperaturen unter dem Gefrierpunkte durch dieſes ſchnell wirkende Medium (durch das in den Boden eindringende Waſſer) überhaupt gar nicht verbreitet werden können. Wie man ſieht erkennen beide, L. v. B. und der Verf. dieſes Handbuchs, für das Ueberwiegen der Bodenwärme im Norden, über die Lufttemperatur das Nichteindringen des Waſſers als den Grund dieſer für die Bodenbelebung nördlicher Gegenden ſo wohlthätigen Natureinrichtung an, aber in der Erklärung des Wirkenden weichen ſie darin ab, daß v. B. annimmt: weil kein Waſſer vorhanden iſt, das die Winterkälte der Luft dem Boden zuführt, wird dieſer nicht entwärmt bis zu dieſer Kälte; ich hingegen behaupte: weil kein Waſſer da iſt, um einzudringen, kann auch im Boden und in dem Waſſer der von trocknen Erdtheilen umgebenen Wurzeln der Pflanzen kein Eis entſtehen, und wo dieſes nicht im Boden entſteht, erfrieren

o) In den Schweizer Landſeen war den desfallſigen Unterſuchungen gemäß, angeſtellt von Sauſſure in den Jahren 1777

---

auch die Gewächſe nicht. Ich bekenne mich zu dieſer Erklärung aus folgenden Gründen: 1) ruhendes Waſſer kann wohl unter 0° C. erkalten, ohne zu gefrieren, aber nicht fließendes; dieſes kann alſo auch keine unter 0° C. hinabreichende Kälte dem Boden zuführen; 2) Waſſer von 0° C., wenn es in trockne Erde dringt, erwärmt ſich in Folge eintretender Einſaugung (Adhäſions- u. Cohäſionswärme), verliert aber dieſe Wärme wieder, wenn es der Berührung der kalten Luft preisgegeben bleibt; und indem es auf ſolche Weiſe erſtarrt, bringt es Eiskälte zu denen der Erde vertrauten Saamen und Wurzeln; 3) Eis (d. i. luftarmes, zur zwiſchenraumleeren, ſoliden Maſſe erſtarrtes Waſſer) iſt ein Kälteleiter, und pflanzt als ſolcher unter 0° C. fallende Temperaturen ſehr wohl fort; fehlt daher die Schneedecke, ſo erfolgt Mittheilung der Luftkälte durch das Bodeneis zu den übrigen Bodentheilen. Nur in ſchneearmen Wintern, und nur wo die Schneedecke ſehr dünne iſt, oder gar fehlt, erfrieren bei uns Bäume und andere überwinternde Gewächſe. Wir haben im vorigen Jahr, bis kurz vor Eintritt der ſogleich ſtrengen Kälte, überwiegende Regenzeit gehabt; finden ſich daher im nächſten Frühling (dieſ. Jahres) in unſeren Gegenden Gewächſe erfroren, ſo werden es ſolche ſeyn, denen zur Zeit der eintretenden Kälte die Schneedecke fehlte; dagegen werden jene unerfroren ſich zeigen, denen der Eintritt der Novemberkälte (die bis jetzt ununterbrochen zugenommen, wir haben in dem Augenblicke da ich dieſes ſchreibe, den 30. Januar 1830 früh 6 Uhr, — 19° R.) durch ſtarkes Schneien ſich verkündet. Die Schneedecke ſchützt aber gegen Fortpflanzung der Luftkälte zum Boden α) weil ſie mit ihren vielen, den Kryſtalltheilchen anhaftenden Ruhluft auch die tiefſte Kälte der Auſſenluft und niedere Wärme des Innenbodens ſehr ſchlecht leitet; β) weil ſie verhindert: das ſonſt fortſchreitende Entwärmen des Bodens durch vorüberſtreichende Polarluft, ſowie die Entſtralung der Bodenwärme und γ) weil ſie unmöglich macht, die Kältung des Bodens durch (auch bei ſehr tiefen Lufttemperaturen nicht unterdrückte) Waſſervergaſung, oder ſog. unmerkliche Verdunſtung; denn alſotrocken iſt kein Pflanzentheile in ſich bergender Boden, daß er nicht noch Adhäſions-Waſſer beſitzen ſollte, das bekanntlich, auch wenn es ſchon Eis geworden wäre, zu verdunſten und dadurch Wärme zu entführen nicht aufhören würde. Wenn L. v. Buch der Wahlenberg-Leslieſchen, lediglich auf geringe Kälteleitung und Verhinderung der Wärmeentſtralung gegründeten Erklärung entgegenſetzt: daß im Norden weniger Schnee fällt,

bis 1784, zu beiden Seiten der Alpenkette in allen Jahreszeiten die Temperatur an dem Boden der Seen nahe jene: bei welcher das Waſſer die größte Dichte hat (3°,5 R.).

p) Die Urſache, warum in der Regel in wärmeren Klimaten die Bodentemperatur tiefer iſt, als die Mitteltemperatur der Luft (I. 346) den A. v. Humboldt in dem Reſt der kälteren Temperatur höherer Berge ſucht, (eine Annahme, die v. Buch nicht ganz befriedigend findet; weil ſolche Berge gewöhnlich zu entfernt ſind, als daß man von ihnen noch untere Quellen herleiten könnte; P's Ann. XII. 408) iſt L. v. Buch zufolge keine andere, als jene, welche im Norden den Boden erwärmt. Vergl. auch Kupffer's u. A. hieher gehörige Beob. in P's Ann. XV. 159 ff. Zieht man, K. zufolge, durch alle Punkte, welche dieſelbe Bodentemperatur haben Linien, ſo ähneln dieſe Iſogeothermen den „Iſothermen" darin: daß ſie dem Aequator nicht parallel laufen, weichen übrigens in vielen Theilen von letzteren ab. K. folgert aus ſeinen Beobachtungen a) daß die Bodenwärme im Verhältniß der wachſenden n. Breite regelmäßiger zunehme, als die Luftwärme abnimmt; b) daß die Abnahme der Wärme vom Aequator nach den Polen um ſo raſcher erfolge, je mehr man ſich dem Parallel von 45° nähere (oben S. höher hinauf mindert ſie ſich wieder) und c) daß ſich hieraus erklären laſſe: warum ſie in niederen Breiten

---

als weiter ſüdlich (in niederen nördl. Breiten) und mithin dort auch die Schneedecke nur ſehr dünne ausfallen könne, ſo läßt ſich entgegnen: daß eine Schneedecke von 1 bis 2 Zoll Dicke ſchon vollkommen hinreicht, um zu leiſten, was von ihr unter α) bis γ) vorausgeſetzt ward; übrigens hat L. v. B. ohnſtreitig Recht, wenn er annimmt, daß alle Nachrichten für ganz unzuverläſſig zu halten ſind, welche behaupten: daß der Boden in vielen Fuß Tiefe ſich, ſelbſt im Sommer noch gefroren gefunden habe, in Gegenden, welche noch im Stande ſind, ſtrauchartige Gewächſe zu ernähren." — In der Hudſonsbay, deren Mitteltemperatur tief unter dem Gefrierpunkte ſteht (fügt v. B. hinzu), laufen Quellen, den ganzen Winter hindurch, unter einer Decke von Schnee und Eis." Das ſpricht aber gerade für die unter α) bis γ) entwickelten Erklärungsgründe; auch bei uns ſchützt (z. B. nun ſchon ſeit Monaten) die Schneedecke die Brunnenquellen ſammt dem Grundwaſſer gegen das Erfrieren; ja es fließen jetzt bei der ſo bedeutend geſteigerten Kälte unſere Brunnen beträchtlich ergiebiger, als z. B. Anfangs December, wo manche Gegenden unſerer Nähe noch Schnee-frei, andere von Schnee nur ſchwach bedeckt waren. Luftreiches Eis, wie auf Sumpfoberflächen ſich bildet, iſt übrigens, vermöge ſeines Luftgehalts ein nicht viel beſſerer Kälteleiter als Schnee.

niedriger iſt, als die mittlere Lufttemperatur; denn es ſey bekannt, daß dieſe bis 20° ſehr wenig abnehme (a. a. O.). Die Bodenwärme alſo, die bis dahin immerfort abnimmt, muß in dieſen Breiten geringer ſeyn, ſelbſt wenn ſie am Aequator eben ſo groß war, als die mittlere Wärme der Luft. Bei einer mittleren Breite endlich hole die Bodenwärme die mittlere Wärme der Luft wieder ein, da die erſtere nicht ſo raſch abnimmt, als die letztere; in höhern Breiten ſchreitet aber, aus demſelben Grunde, die Bodenwärme der mittleren Luftwärme voraus; d) man kann die Vertheilung der Bodentemperatur unter demſelben Meridian durch folgende (Annäherungs-) Formel (für Punkte: nicht weit entfernt vom Beobachtungsorte) ſehr gut ausdrücken:

$$a - b \sin^2 l = t$$

wo a und b zu beſtimmende Conſtanten, l die Breite und t die Bodenwärme iſt. (Für St. Jago, Carmeaux, Paris, Keswick und Edinburgh ſtimmen die berechneten Werthe mit den beobachteten überein, für Teneriffa iſt die beobachtete um 2°,1 R. für Genf und Dublin um 0°,1 R. kleiner als die berechnete und für den Pol wird letztere = + 0°,4 R. berechnet; a. a. O. 181) *). Wenn man in der obigen Formel die Breite l eliminirt, ſo bekommt man, nach den gehörigen Reductionen

$$\cos^2 l = 1 - 2 \frac{a-t}{b},$$

wonach man leicht die Breiten finden kann, welche gewiſſen Temperaturen entſprechen. Auf ſolche Weiſe findet man:

---

*) Man darf annehmen, daß in der Nähe des Pol's ſich Minima der Bodentemperatur befinden, welche obige Formel nicht anzuzeigen vermochte, da ſie bei 1 = 0 ihrem größten, bei 1 = 90° ihrem kleinſten Werth hat. Da die Iſogeotherme von 0° ſich unter dem erſten Meridian dem Nordpol ſehr nähert, ja wenn man auch hier noch der Formel trauen darf, denſelben erreicht, ſo hat der Raum, der von der ganzen Iſogeotherme 0° eingeſchloſſen wird, hier einen ſtarken Einſchnitt und ſcheint gewiſſermaaßen zwei Portionen zu bilden, deren Mittelpunkte als zwei beſondere Kältepole anzuſehen ſind, deren einer wahrſcheinlich in Nordamerika, der andere in Nordſibirien fällt; a. a. O. 185 ff. Vergl. I. 397 und oben S. 255 Anm.

Temperatur	im 1. Merid. Länge von Paris = 0	Breite im 2. Merid. Länge von Paris = 20° öſtlich	im 3. Merid. Länge = 60° öſtlich	im 4. Merid. Länge = 80° weſtlich
0°	—	77 30′	65°52′	57°52
5	62° 2′	60 31	53 47	48 40
10	47 20	48 36	43 14	40 8
15	33 18	37 18	32 25	31 7
20	14 27	24 30	18 57	19 44

Da Cumana und Teneriffa eine weit niedere Temperatur beſitzen, als die Punkte im Innern von Südamerika und Afrika, die auf denſelben Parallelen liegen, ſo müſſen die Iſogeothermen hier, d. h. im Ocean zwiſchen Afrika und Amerika, eine bedeutende Inflexion nach Süden haben. Jene Punkte des Aequators, welche auf meerbeſpülte Küſten oder Inſeln fallen, haben eine mehr niedere Temperatur, als die mitten in einem großen Continente gegebenen. Der wärmſte Punkt des Aequators befindet ſich im Innern Afrikas; im Norden dieſes Punktes, wenigſtens in Breiten, die nicht über 50° gehen, haben die Iſogeothermen eine ſtarke Beugung nach Norden. Der kälteſte Punkt des Aequators fällt wahrſcheinlich zwiſchen 80° weſtlicher und 60° öſtlicher Länge in den großen Ocean zwiſchen der Weſtküſte von Afrika und der Oſtküſte von Amerika; von hier aber nimmt die Temperatur nach Oſten und nach Weſten raſch zu. (Die größere Bodenwärme in den niederen Breiten des 2ten Meridians, unter dem zwei thätige Vulkane: Veſuv und Aetna liegen, während Deutſchland in ſeinen Baſalten ꝛc. faſt überall Zeugen ehemaliger vulkaniſcher Thätigkeit darbietet, iſt K. geneigt von der Wärme, theils der gen. annoch thätigen, theils der zahlreichen erloſchenen Vulkane dieſer Gegenden zuzuſchreiben.) Südlich vom Aequator beſitzen wir nur eine Beobachtung, nämlich die von Congo 9° ſ. Br. (gemacht durch Smith; bei einer Erhebung von 450 Meter über Meeresfläche fand S. bei Lufttemperatur 20°,5 R. die Bodentemperatur = 18°,2 R.); darf ſie in ihrer Einzelnheit zu einer Folgerung berechtigen, ſo deutet ſie an, daß die wärmſte Iſogeotherme (oder der Iſogeothermen-Aequator) nicht mit dem Erd-Aequator zuſammenfällt. Läuft aber der Iſogeothermen-Aequator der Iſogeotherme von 20° parallel, ſo iſt die Temperatur auf demſelben unter dem erſten Mediane größer, unter dem zweiten kleiner, unter dem dritten und vierten ebenfalls kleiner, als die für den Erdäquator berechnete Temperatur; die Temperaturen ſind alſo auf dem Iſogeothermen-Aequator gleichmäßiger vertheilt, als ſie es ſeyn würden, wenn derſelbe mit dem Erdäquator zuſammenfiele, und entfernen ſich nirgends ſehr von 22°; d. h. von der mittleren Lufttemperatur dieſer Gegenden: Kupffer a. a. O. 186 — 188. Von vorzüglichem Einfluße dürfte, wie K. folgerecht vermuthet, die Vertheilung der Bodenwärmen auf

die Vertheilung der Intenſitäten des Erdmagnetismus ſeyn, zumal wenn, wie es K. wahrſcheinlich iſt, der Erdmagnetismus ſeinen Sitz in der Erdoberfläche hat. In dieſem Falle muß die Erde betrachtet werden, als empfinge ſie ihren Magnetismus von Auſſen (durch Anregung der ihn erweckenden Kräfte; z. B. durch ungleiche Beleuchtung, Wärmeentſtralung, ſog. elektriſche Strömung; vergl. I. 443. u. 470), der unter dieſer Bedingung zunehmen muß, wie die Wärme wächſt. Betrachtet man hingegen die Erde als ſelbſtſtändigen Magnet, ſo wird die Intenſität ihres Magnetismus mit zunehmender Wärme ſich mindern. — Angenommen, die Erde ſey als heiße, des Magnetismus höchſt fähige Maſſe, deren Oberfläche eine faſt gleichförmige Temperatur beſeſſen, durch einen entfernten Himmelskörper, z. B. die Sonne, magnetiſirt worden, ſo mußte die Vertheilung ihres Magnetismus eine große Regelmäßigkeit darbieten, und es mußten um jene Zeit die Linien gleicher Neigung mit den Linien gleicher Intenſität zuſammenfallen. Traten aber ſpäterhin, nach und nach Unterſchiede in den Temperaturen der Oberfläche ein, ſo mußten insbeſondere die Linien gleicher Intenſität ſich ändern und ſich in einigen Punkten von den Linien gleicher Neigung entfernen. Geht nun eine Linie gleicher Neigung durch Punkte die eine ungleiche Bodentemperatur haben, ſo wird auch (Falls der Magnetismus ein der Erde angeregtes Kraftäuſſerungsverhältniß iſt) die Intenſität dieſes Magnetismus in ſolchen Punkten größer oder kleiner erſcheinen. Und ſo ſcheint es ſich wirklich zu verhalten; denn in Hanſteen's Karte der Neigungslinien und iſodynamiſchen Linien für die ganze magnetiſche Kraft für 1825, und in ſeiner Karte der iſodynamiſchen Linien (d. h. Linien, in denen die magnetiſche Intenſität von gleicher Größe iſt; P's Ann. IX. 49 ff.) laufen z. B. beiderlei Linien in Schottland einander ziemlich parallel, in Oſten aber, in Norwegen und Schweden, werfen die iſodynamiſchen, die Neigungslinien durchſchneidend, ſich nach Norden; auf derſelben Neigungslinie iſt mithin im Oſten die Intenſität geringer als im Weſten, und daſſelbe gilt auch von der Bodenwärme. Edinburgh hat z. B. ohngefähr dieſelbe Neigung, als Stockholm; in E. iſt die Intenſität 1,400 und die Bodentemperatur 7°; in St. erſtere 1,386, letztere 5°,2. In Paris, deſſen Neigung wenig von jener in Kaſan abweicht, iſt die Intenſität 1,348 und die Bodentem. 9°2: in K. die erſtere 1,320, die letztere 5°. In Teneriffa die Intenſität = 1,298 und die Bodentemp. 14°,5; in Neapel erſtere 1,275 und letztere etwa 13°. Man ſieht jetzt auch leicht ein, warum der Pol der Intenſitäten ſüdlicher fällt, als der Pol der Neigungen. Da die Bodentemperatur nach Norden hin abnimmt, ſo gehen die dem Neigungspole zunächſt liegenden Linien gleicher Neigung in Norden deſſelben durch kältere Punkte, als im Süden (vergl. oben S. 272 ff.) in jenen kälteren Punkten muß aber, Obigem gemäß, die Intenſität geringer ſeyn als in dieſen wärmeren; man muß mithin den Pol der Intenſitäten (d. i. den Punkt des Maximums der Intenſitäten) im Süden vom Neigungspole ſuchen, wo ſich auch (Hanſteen's neueſten berechneten Beobachtungen nach) auch wirklich fin-

findet; es liegt nämlich der Neigungswinkel unter 71° Br. u. 102 L., der Intenſitätspol unter 56° Br. und 80° L. weſtlich von Paris. K. a. a. O. 190 ff. Vom ſüdlichen Europa an bis zu den Wendekreiſen giebt es nur eine Regenzeit, vom November bis zum April. Vom Mai an regnet es nicht mehr. Die Sommerwärme wird alſo eben ſo wenig von den Wäſſern in das Innere verbreitet werden können, als die Winterkälte in gefrornen Ländern (weil es an dem Wärmezuführer: dem eindringenden Waſſer fehlt). Es kann nur die Temperatur eindringen, welche der Regen während ſeines Fallens vorfindet, und mit dieſer werden die Quellen wieder hervorbrechen. A. a. O. 410—411. (Es wird aber auch in den gen. trocknen Monaten der Boden ſich in jenen wärmeren Gegenden, zumal bei dem dunſtleeren und ſehr waſſergasklarem Himmel, durch Wärmeentſtralung fortdauernd kühlen, während in der naſſen Jahreszeit die Stralwärme zum großen Theil zurückgehalten bleibt durch das eindringende tropfbare Waſſer; was beides nothwendig zu einer mittleren Bodenkühle führen muß). „Schon geringe Mengen von Kohlenſäure vermögen die Temperatur der Säuerlinge beträchtlich zu heben, weil dergleichen Kohlenſäure vulkaniſchen Urſprungs aus dem Innern der Erde ein bedentendes Mehr von Wärme mitbringt;" L. v. Buch a. a. O. 415 ff. Und, kann man hinzufügen, auch nicht-vulkaniſche Kohlenſäure, z. B. ſolche, welche aus carbonſaurem Kalk entbunden würde durch Siliciumſäure, ſo wie jene, welche durch Verweſung entſteht im Boden tiefer Thäler, wird die Temperatur der Quellen erhöhen, wenn dieſe ſie aufnehmen, während ſie als Waſſerſäulen von beträchtlicher Höhe und dieſer Höhe entſprechendem Drucke, mit den unteren Schichten dieſer Säulen das Carbonſäuregas einſaugen; denn dieſes wird dann in ihnen verdichtet und dadurch Wärme-entwickelnd.

q) Ströme, Landſeen ꝛc. frieren in nördl. Breiten von 51—49°,7 ſelten zu, wenn der Himmel trüb bleibt; offenbar: weil die der Erde entgehende Stralwärme dann zu ihr zurückgeworfen wird. — Im Jahr 1709 herrſchte für das nördliche Europa eine der größten Kälten, aber gerade in dieſem Jahre blieb bei Paris die Seine in der Mitte offen, obgleich die Lufttemperatur — 23° C. war (Arago in P's Ann. 345); vergl. oben S. 209 ff.

r) In höheren Breiten ſcheinen die Perioden der Vegetation ſich eben ſo ſehr nach den Perioden der Bodentemperatur zu richten, als nach denen der mittleren Lufttemperatur. In Mittelrußland tritt die Vegetation ſpäter ein, als in Deutſchland, aber die Erndte fällt ohngefähr in dieſelbe Zeit (in den Juli), weiter nordwärts aber, über die Punkte hinaus, wo die mittlere Lufttemperatur 0° iſt, verſpäten ſich auch die Erndten, und fallen erſt in den Auguſt, endlich, ehe der Kornbau ganz verſchwindet, in den Anfang Septembers; dieſe Epoche (der Erndte), die ſonſt mit dem Maximum der Lufttemperatur zuſammenfällt, näher ſich alſo in höheren Breiten jenem Zeitpunkte, in welchem die Bo-

dentemperatur ihren höchſten Werth erreicht. Kupffer a. a. O. S. 188 ff.

s) Befände ſich der kälteſte Punkt der nördlichen Erdhälfte gerade am Pole, ſo würden in der Tiefe des Meeres die kalten Wäſſer von N. nach S., die wärmeren der Oberfläche hingegen von S. nach N. ſich bewegen, und, in Folge der Axendrehung der Erde, erſtere in ſüdweſtliche, letztere in nordöſtliche ſich verwandeln müſſen, und da die letzteren (den innerhalb der Oberflächeſchichten vorkommenden) es ſind, in denen das Treiben des Polareiſes bedingt wird, ſo müßte dieſes Treiben (I. 395) nach NO. fortbewegt werden, d. h. in einer Richtung, entgegengeſetzt jener, in welcher es wirklich ſtatt hat. Findet ſich dagegen der kälteſte Punkt dieſer Gegenden in einiger Entfernung ſüdwärts vom Nordpole (und auf der ſüdlichen Erdhälfte nordwärts vom Südpole); ſo iſt die Strömung in der oberen Meeresſchicht eine ſüdliche, und in Folge der Axendrehung der Erde eine ſüdweſtliche.

§. 216.

Bei den meteorologiſchen Barometerbeſtimmungen iſt es hauptſächlich die Correction wegen der Merkurausdehnung durch die Wärme, welche genaue Berückſichtigung heiſcht, wenn man unrichtige Angaben und daraus erwachſende irrige Folgerungen vermeiden will. Dulong's und Petit's hieher gehörige Unterſuchungen (Ann. de chim. et de phys. par Gay-Lussac et Arago. VII. 113. etc. und oben S. 57 u. ſ. f.), welche an Genauigkeit alle übrigen von Anderen zum gleichen Zwecke angeſtellten übertreffen, und aus denen zunächſt zweifelslos hervorgieng: daß die Ausdehnung des Merkur dem Steigen der Temperatur proportional ſey *),

*) Iſt die Merkurausdehnung für 1° Temperaturhebung $\frac{1}{x}\gamma$, wo γ das primitive Volum der Merkurſäule bezeichnet, ſo iſt dieſe Ausdehnung für n° Temperaturunterſchied $\frac{n}{x}\gamma$; mithin das Merkurvolum jetzt $\gamma \pm \frac{n}{x}\gamma$, je nachdem die Temperatur größer oder niedriger geworden iſt; vgl. Kämtz in R. Brandes Repertorium für die Chemie als Wiſſenſchaft und Kunſt. III. B. 1ſte Lief. Hannover 1829. 4. S. 336.

gaben, indem ſie auch die **abſolute Merkurausdeh**nung für das Intervall von 0° R. bis 80° R. $= \frac{1}{55,50}$ urſprünglichen Merkurvolums und mithin für den Temperaturunterſchied von 1° R. $= \frac{1}{4440}$ beſtimmten, für jene Correction das zuverläßigſte Mittel an die Hand. Will man nämlich den bei einer gewiſſen Temperatur gemeſſenen Barometerſtand auf den einer anderen Temperatur erheben oder zurückführen, ſo multiplicirt man ihn zuerſt mit dem Unterſchiede beider Temperaturen, dividirt dann durch 4440 (wenn es Temperaturgrade der Reaumur'ſchen Skale waren; wie bei Zugrundlegung der Centeſimalſcale? ſ. oben S. 58 und S. 262) und **addirt** den Quotienten zu dem gemeſſenen Barometerſtande, oder „ſubtrahirt" ihn von demſelben; je nachdem die beobachtete Temperatur kleiner oder größer war, als jene, auf welche man den Barometerſtand reduciren will.

1) Es ſey der gemeſſene Barometerſtand 338‴,12; die Merkurtemperatur 15° R.; man verlangt den Barometerſtand zu kennen, der ſtatt gefunden hätte, wenn die Temperatur 10° R. geweſen wäre. 338‴,12 . 5 = 1690‴,60 dividirt durch 4440 = 0‴,380..; 338‴,12 — 0‴,380 = 337‴,740; oder die Merkurtemperatur war 10° R., die verlangte 15° R., ſo haben wir 338‴,12 + 0‴,380 = 338‴,50.

2) Um dieſer Rechnung für jeden einzelnen Fall überhoben zu ſeyn, dienen die S. 51—52 Bem. d und S. 59 Anm. erwähnten Schriften, ſo wie **Winkler's** Tafeln, um Barometerſtände, die bei verſchiedenen Wärmegraden beobachtet ſind, auf jede beliebige Normaltemperatur zu reduciren. **Halle** 1820. 4. Wie in W's Tafeln (S. 11 daſ. u. ſ. f.) nach **Dulong** und **Petit**, die Reductionen bis auf Tauſendtel von Hunderteln der Linien und von Zehnteln zu Zehnteln der Grade ſich berechnet finden, hat neuerlichſt auch **Kämtz** (bei R. **Brandes** a. a. O. S. 337 u. ff.) eine kleinere Tafel mitgetheilt, welche nur die Hundertel der Linie angiebt, weil man höchſtens nur Hundertel der Linie mit Sicherheit zu beobachten vermag. Auch wurde es von K. unnöthig erachtet: die Correction für Theile von Graden anzugeben, da man dieſe durch Diviſion (z. B. bei Zehntel, Hundertel ꝛc. von Graden durch 10, 100 ꝛc. dividirt) aus denen für ganze Grade herleiten kann. A. a. O. Anm. Es finden ſich in dieſer

hier folgenden (aus R. Brandes Repert. entlehnten) Tafel in der erſten und letzten Verticalſpalte die Barometerſtände, in den übrigen Verticalſpalten hingegen die (nach Dulong und Petit berechneten) nöthigen Correctionen: wegen des Temperaturunterſchiedes; die in der „obern und untern Horizontalreihe" befindlichen Zahlen geben den „Temperaturunterſchied nach R'ſchen Graden des Merkurthermometers." Die in den (zwiſchen der erſten und letzten Verticalſpalte befindlichen) Verticalſpalten vorkommenden Zahlen geben Hundertel der Linie an; ſie werden, wie bereits unter Bem. 1 erwähnt wurde, zu dem beobachteten Barometerſtande addirt, wenn man denſelben auf eine höhere Temperatur bringen, oder von demſelben „ſubtrahirt", wenn man ihn auf eine „niedrigere" Temperatur zurückführen will.

	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	
200'''	04	09	14	18	23	27	32	36	41	45	16''8'''
01	05	09	14	18	23	27	32	36	41	45	9
02	05	09	14	18	23	27	32	36	41	45	10
03	05	09	14	18	23	27	32	36	41	46	11
04	05	09	14	18	23	28	32	37	41	46	17''00'''
05	05	09	14	18	23	28	32	37	41	46	1
06	05	09	14	18	23	28	32	37	41	46	2
07	05	09	14	19	23	28	33	37	42	46	3
08	05	09	14	19	23	28	33	37	42	47	4
09	05	09	14	19	24	28	33	37	42	47	5
210	05	09	14	19	24	28	33	38	43	47	6
11	05	09	14	19	24	28	33	38	43	47	7
12	05	10	14	19	24	29	33	38	43	48	8
13	05	10	14	19	24	29	33	38	43	48	9
14	05	10	14	19	24	29	34	39	43	48	10
15	05	10	14	19	24	29	34	39	44	48	11
16	05	10	15	19	24	29	34	39	44	49	18.00
17	05	10	15	19	24	29	34	39	44	49	1
18	05	10	15	20	25	29	34	39	44	49	2
19	05	10	15	20	25	29	34	39	44	49	18''3'''
220'''	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	18''4'''
21	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	5
22	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	6
23	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	7
24	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	8
25	05	10	15	20	25	30	35	41	46	51	9
26	05	10	15	20	25	31	36	41	46	51	10
27	05	10	15	20	26	31	36	41	46	51	11
28	05	10	15	20	26	31	36	41	46	51	19.00
29	05	10	15	20	26	31	36	41	46	52	1
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	

	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	
230‴	05	10	16	20	26	31	36	41	47	52	19″2‴
31	05	10	16	20	26	31	36	42	47	52	3
32	05	10	16	20	26	31	36	42	47	52	4
33	05	10	16	20	26	31	37	42	47	52	5
34	05	11	16	20	26	32	37	42	47	53	6
35	05	11	16	20	26	32	37	42	48	53	7
36	05	11	16	21	27	32	37	43	48	53	8
37	05	11	16	21	27	32	37	44	48	53	9
38	05	11	16	21	27	32	37	43	48	54	10
39	05	11	16	22	27	32	38	43	48	54	11
240	05	11	16	22	27	32	38	43	49	54	20.00
41	05	11	16	22	27	33	38	43	49	54	1
42	05	11	16	22	27	33	38	44	49	55	2
43	05	11	16	22	27	33	38	44	49	55	3
44	05	11	16	22	28	33	38	44	49	55	4
45	06	11	17	22	28	33	39	44	50	55	5
46	06	11	17	22	28	33	39	44	50	55	6
47	06	11	17	22	28	33	39	44	50	56	7
48	06	11	17	22	28	34	39	45	50	56	8
49	06	11	17	22	28	34	39	45	51	56	9
250	06	11	17	23	28	34	39	45	51	56	10
51	06	11	17	23	28	34	39	45	51	57	11
52	06	11	17	23	28	34	40	45	51	57	21.00
53	06	11	17	23	29	34	40	46	51	57	1
54	06	11	17	23	29	34	40	46	52	57	2
55	06	11	17	23	29	34	40	46	52	57	3
56	06	12	17	23	29	35	40	46	52	58	4
57	06	12	17	23	29	35	40	46	52	58	5
58	06	12	17	23	29	35	41	46	52	58	6
59	06	12	18	23	29	35	41	47	53	58	7
260	06	12	18	23	29	35	41	47	53	59	8
61	06	12	18	24	29	35	41	47	53	59	9
62	06	12	18	24	30	35	41	47	53	59	10
63	06	12	18	24	30	36	41	47	53	59	11
64	06	12	18	24	30	36	42	48	54	59	22.00
65	06	12	18	24	30	36	42	48	54	60	1
66	06	12	18	24	30	36	42	48	54	60	2
67	06	12	18	24	30	36	42	48	54	60	3
68	06	12	18	24	30	36	42	48	54	60	4
69	06	12	18	24	30	36	42	48	55	61	5
270	06	12	18	24	30	37	43	49	55	61	6
71	06	12	18	24	31	37	43	49	55	61	7
272‴	06	12	18	24	31	37	43	49	55	61	22″8‴
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	

	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	
273'''	06	12	18	25	31	37	43	49	55	61	22''9'''
74	06	12	19	25	31	37	43	49	56	62	10
75	06	12	19	25	31	37	43	50	56	62	11
76	06	12	19	25	31	37	43	50	56	62	23.00
77	06	12	19	25	31	37	44	50	56	62	1
78	06	13	19	25	31	38	44	50	56	63	2
79	06	13	19	25	31	38	44	50	57	63	3
280	06	13	19	25	32	38	44	50	57	63	4
81	06	13	19	25	32	38	44	51	57	63	5
82	06	13	19	25	32	38	44	51	57	64	6
83	06	13	19	25	32	38	44	51	57	64	7
84	06	13	19	26	32	38	45	51	58	64	8
85	06	13	19	26	32	39	45	51	58	64	9
86	06	13	19	26	32	39	45	52	58	64	10
87	06	13	19	26	32	39	45	52	58	65	11
88	06	13	19	26	32	39	45	52	58	65	24.00
89	07	13	20	26	33	39	45	52	59	65	1
290	07	13	20	26	33	39	46	52	59	65	2
91	07	13	20	26	33	39	46	52	59	66	3
92	07	13	20	26	33	39	46	53	59	66	4
93	07	13	20	26	33	40	46	53	59	66	5
94	07	13	20	26	33	40	46	53	60	66	6
95	07	13	20	27	33	40	46	53	60	66	7
96	07	13	20	27	33	40	47	53	60	67	8
97	07	13	20	27	33	40	47	54	60	67	9
98	07	13	20	27	34	40	47	54	60	67	10
99	07	13	20	27	34	40	47	54	61	67	11
300	07	14	20	27	34	41	47	54	61	68	25.00
01	07	14	20	27	34	41	47	54	61	68	1
02	07	14	20	27	34	41	77	54	61	68	2
03	07	14	20	27	34	41	48	55	61	68	3
04	07	14	21	27	34	41	48	55	62	68	4
05	07	14	21	27	34	41	48	55	62	69	5
06	07	14	21	28	34	41	48	55	62	69	6
07	07	14	21	28	35	41	48	55	62	69	7
08	07	14	21	28	35	42	48	55	62	69	8
09	07	14	21	28	35	42	49	56	63	70	9
310	07	14	21	28	35	42	49	56	63	70	10
11	07	14	21	28	35	42	49	56	63	70	11
12	07	14	21	28	35	42	49	56	63	70	26.00
13	07	14	21	28	35	42	49	56	63	70	1
14	07	14	21	28	35	42	49	57	64	71	26''2'''
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	

	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	
315'''	07	14	21	28	35	43	50	57	64	71	26''3'''
16	07	14	21	28	36	43	50	57	64	71	4
17	07	14	21	29	36	43	50	57	64	71	5
18	07	14	21	29	36	43	50	57	64	71	6
19	07	14	22	29	36	43	50	57	65	72	7
320	07	14	22	29	36	43	50	58	65	72	8
21	07	14	22	29	36	43	50	58	65	72	9
22	07	14	22	29	36	44	51	58	65	73	10
23	07	15	22	29	36	44	51	58	65	73	11
24	07	15	22	29	36	44	51	58	66	73	27.00
25	07	15	22	29	37	44	51	59	66	73	1
26	07	15	22	29	37	44	51	59	66	73	2
27	07	15	22	29	37	44	51	59	66	74	3
28	07	15	22	30	37	44	52	59	66	74	4
29	07	15	22	30	37	44	52	59	67	74	5
330	07	15	22	30	37	45	52	59	67	74	6
31	07	15	22	30	37	45	52	60	67	75	7
32	07	15	22	30	37	45	52	60	67	75	8
33	07	15	22	30	37	45	52	60	68	75	9
34	08	15	23	30	38	45	53	60	68	75	10
35	08	15	23	30	38	45	53	60	68	75	11
36	08	15	23	30	38	45	53	61	68	76	28.00
37	08	15	23	30	38	46	53	61	68	76	1
38	08	15	23	30	38	46	53	61	69	76	2
39	08	15	23	31	38	46	53	61	69	76	3
340	08	15	23	31	38	46	53	61	69	77	4
41	08	15	23	31	38	46	54	61	69	77	5
42	08	15	23	31	38	46	54	62	69	77	6
43	08	15	23	31	39	46	54	62	70	77	7
44	08	15	23	31	39	46	54	62	70	77	8
45	08	16	23	31	39	47	54	62	70	78	9
46	08	16	23	31	39	47	54	62	70	78	10
47	08	16	23	31	39	47	55	63	70	78	11
48	08	16	24	31	39	47	55	63	71	78	29.00
49	08	16	24	31	39	47	55	63	71	78	1
350'''	08	16	24	32	39	47	55	63	71	78	29''2'''
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	

3) Zur Erläuterung des Gebrauches dieſer Tafel theilt K. noch Folgendes mit: Es ſey der beobachtete Barometerſtand 334''',82; die Temperatnr des Merkurs 15°,75 R.; man will wiſſen, wie groß der Barometerſtand geweſen wäre, wenn das Merkur nur die Temperatur 0° R. gehabt hätte. Da hier der Barometerſtand auf eine niedrigere Temperatur gebracht wird, ſo müſſen wir hier die gefun

dene Correction abziehen. Da ferner 334‴,82 näher an 335‴ als an 334‴ liegt, ſo ſuchen wir in unſerer Tafel die Correction nicht bei 334‴, ſondern bei 335‴.

Die Correction ſelbſt iſt bei 335‴ für 5° Temperaturunterſchied 0‴,38
— — — — — 10° — — 0‴,75
alſo iſt dieſelbe für 15° Temperaturunterſchied = 1‴,13

Jetzt müſſen wir die Correction für die Zehntel und Hundertel von Graden vornehmen. Nun iſt bei 335‴

die Correction für 7° R. = 0‴,58, alſo für 0°,7 R. = 0‴,053
— — — 5° R. = 0‴,38, — 0°,05 R. = 0‴,0038
folglich iſt die Correction für 0°,75 R. = 0‴,0568

Es iſt mithin die ganze Correction für 10°,75 R. = 1‴,13 + 0‴,0568 = 1‴,1868; der corrigirte Barometerſtand iſt mithin 334‴,82 — 1‴,1868 = 333‴,6332. Hätten wir die Correction genauer berechnet, ſo wäre der Barometerſtand 334‴,82 — 1‴,18755 = 333‴,63245 geweſen; der Unterſchied beider alſo etwa 0‴,001, eine Größe, welche man an dem Barometer nicht mehr beobachten kann.

Es ſey der beobachtete Barometerſtand 338‴,41; die Temperatur ſey 2°,75 R.; man will den Barometerſtand auf die Temperatur von 10° R. reduciren. Der Temperaturunterſchied iſt 10° — 2°75 = 7°,25 R., und da man ihn auf eine höhere Temperatur reduciren will, ſo iſt die Correction zu addiren. Suchen wir nun in unſerer Tafel die bei 338‴ angegebenen Correctionen nach, ſo finden wir

für 7°	Temperaturunterſchied	0‴,53
für 0°,2	— —	0‴,015
für 0°,05	— —	0‴,0038
		0‴,5488

es iſt mithin der corrigirte Barometerſtand 338‴,41 + 0‴,5488 = 338‴,9588, die genau berechnete Correction iſt 0‴,526, alſo der corrigirte Barometerſtand 338‴,41 + 0,5526 = 338‴,9626, es iſt mithin zwiſchen beiden der ganz zu überſehende Unterſchied von etwa 0‴004.

4) Ueber die Correction wegen der Depreſſion ſ. oben S. 265 ff. Ueber Placid. Heinrich's Barometerbeobachtungsergebniß (gewonnen aus 40jährigen Beobachtungen; vergl. Schweigger's Journ. VI. 18 und K's Arch. XII. 125. XIV. 229, 245 ꝛc.) dem zufolge das Barometer im September um 1‴,36 höher ſteht, als im „April" und Howard's hieher gehörige Folgerungen

(hinterlegt in Daniell: Meteorological Essays p. 117; ſ. auch Kämtz bei R. Brandes S. 344) vergl. oben S. 246 — 247.

5) Zu Würzburg iſt die ſehr wahrſcheinliche äuſſerſte Grenze der Maximen = 342‴,5 (beobachtet im Februar 1787) und die der Minimen = 316‴,0 (beobachtet im September 1781); zwiſchen dieſe fielen alle in einem Zeitraume von 20 Jahren daſelbſt beobachteten Barometerſtände, Schön in K's Arch. VIII. 486. Die Größe der Variation dieſer Grenzen beträgt 26‴,5, und da zu der angegebenen Zeit Würzburg's barometriſches Mittel 329‴,5 war, ſo ſieht man: daß ſich die eine Grenze ſehr nahe um eben ſo viel über die Mittellinie erhoben hatte, um wie viel die andere herabgeſunken war. Schön a. a. a. In den Jahren 1781 — 88 waren von 24 verſchiedenen Erdorten die höchſten Barometerſtände an 20 Orten im Januar, Februar, November und December, an 2 Orten im Mai und an 2 anderen im October; die niedrigſten an 11 Orten im März, an 10 in den 2 erſten und 2 letzten Monaten der Jahre und nur an 3 Orten im Mai, September und October. „Gleiches finde ich (fügt Schön a. a. O. S. 487 hinzu) durch meine, von 1813 — 24 angeſtellten Beobachtungen beſtätigt. Es iſt daher die von Tardy de la Braſſy in dieſer Hinſicht bezeichnete Grenze: ſechs Wochen vor und ſechs Wochen nach dem Winterſonnenſtillſtande zwar ganz in der Regel rückſichtlich des Eintreffens der Maximen gültig, aber hinſichtlich jenes der Minimen wohl etwas zu enge.“ Schön findet ferner (a. a. O. 488 ff.) a) daß ſich, beobachtungsgemäß, in den letzten Jahren (des laufenden Jahrhunderts) das Minimum eines Jahres in der Regel tiefer unter das barometriſche Mittel deſſelben Jahres geſenkt habe, als das Maximum über das gen. Mittel erhoben wurde; b) daß Gleiches auch in der Regel gelte hinſichtlich der monatlichen höchſten und niedrigſten Barometerſtände (Erſcheinungen, die von Billiet und Tardy de la Braſſy durch deren zu Chambery und Joueuſe angeſtellten Beobachtungen beſtätigt werden) und c) daß das barometriſche Mittel für manche Orte ſich hebe und zu heben fortfahre (was, wenn es ſich beſtätigt: richtige barometriſche Höhenmeſſungen unmöglich macht; indeß kann man dieſen Folgerungen nur beiſtimmen, ſofern erwieſen iſt, daß für denſelben Ort in einer langen Reihe von Jahren mit einem und demſelben, ſich gleich gebliebenem Inſtrumente beobachtet wurde). Für Würzburg ſey ſolche Hebung ſeit den 80ger Jahren merklich genug, um der Beachtung ſich zu ſtellen; auch für einige andere Orte (Wien, Brünn, Troppau ꝛc.) ſchien Etwas der Art, vor ſich zu gehen. — Ueber Yelin's tägliche Beobachtungen der Barometerbebungen vergl. m. Experimentalphyſ. I. 455.

6) Daß heftigem Sturme ſtets voran gehe beträchtliches Fallen des Barometers, wußte ſchon Otto von Guerike (Experimenta de vacuo spatio III. 20. p. 100 und Kämtz a. a. O. 344) in ſolchem Grade beſtimmt, daß er (im Jahr 1660) eines Ta-

ges aus der ungewöhnlich eingetretenen großen Leichtigkeit der Luft folgerte: es müſſe irgendwo ein Sturm geweſen ſeyn; nach 2 Stunden wurde Magdeburg (O. v. G's Wohnſitz) von dem Sturme erreicht. Der Abbe Rochon beſchreibt in ſeinen Reiſen nach Maroko und Indien (angeſtellt in den Jahren 1767 — 1773) zwei Orkane, die 1771 über Isl de France plötzlich hervorbrachen und ſich durch ſtarkes Fallen des Barometers (im Februar, bei heiterem Wetter binnen 24 Stunden fünf und zwanzig Linien) verkündeten. Die Sonne war hell untergegangen, aber ſchon um 7 Uhr brach das Ungewitter los. Der heftigſte Orkan tobte von allen Seiten des Horizonts her (das plötzlich gebildete „Centrum des kleinſten Luftdrucks,“ oben S. 245 Anm., war mithin zu jener Zeit unmittelbar über Isle de France). Alles wurde niedergeriſſen und die Schiffe an der Küſte zertrümmert. Der Regen ſchoß in Strömen herab, unaufhörlich begleitet von Blitz und Donner. Achtzehn Stunden verfloſſen, bevor die Gewitterentladung endete; das des folgenden Tages um 3 Uhr wieder eintretende Steigen des Barometers, bezeichnete das Nachlaſſen derſelben. Die Inſel ſtellte ein ſchreckliches Bild der Verwüſtung dar. Lampadius Atmoſphärologie. S. 192.

7) Nach Prevoſt zeigt das Sinken des Barometers für Genf Regen an, mit einer Wahrſcheinlichkeit von 38:15; Bibliotheque britanique. 1812. p 229. Poleni fand hingegen für Padua von 1175 Regen nur 758 durch das Barometer vorangezeigt. In beiden Beobachtungen war der Einfluß der Winde unbeachtet geblieben; L. v. Buch zeigte aber: daß das Barometer bei einem von Regen begleiteten Winde in der Regel im Mittel tiefer ſteht, als es gemäß der dem Winde entſprechenden Barometer höher ſtehen ſollte; vergl. oben S. 252 ff. In folgender Tafel enthält die erſte Horizontalſpalte die mittleren Barometerhöhen bei gegebenen Winden, die „zweite“ die „mittlere Höhe“ bei „Regen“ und die dritte die Unterſchiede beider Barometerſtände:

	N.	NW.	W.	SW.	S.	SO.	O.	NO.
I.	336,32	335,85	333,13	336,61	333,06	334,55	336,36	336,62
II.	334,42	335,04	334,18	332,56	332,10	333,03	335,17	335,10
III.	1,90	0,81	0,95	1,05	0,96	1,52	1,19	1,52

Noch tiefer fällt das Barometer bei Schnee; wie ſich aus nachſtehender, ebenfalls von L. v. Buch (vergl. a. a. O.) entworfener Tafel ergiebt, in der die mittlere horizontale Spalte den mittleren Barometerſtand bei Schneefall, die erſte horizontale Spalte hingegen den mittleren Barometerſtand bei jedem Winde und die dritte den Unterſchied beider darſtellt:

	N.	NW.	W.	SW.	S.	SO.	O.	NO.
	336,32	335,85	335,13	333,61	333,06	333,55	336,36	336,62
	333,25	334,37	333,62	331,93	330,76	332,21	333,38	333,75
	3,07	1,48	1,51	1,68	2,30	1,34	2,98	2,87

Man darf hieraus die Regel entnehmen: daß weder anhaltender Landregen, noch andauernder Schneefall zu fürchten iſt, ſo lange noch das Barometer über den mittleren Stand des herrſchenden Windes ſteht.

§. 217.

Bei Gewittern fällt das Barometer in der Regel ſchneller, als zu jeder anderen Zeit ſeines Sinkens. Erfolgen dabei wäßrige Niederſchläge, ſo wechſelt dabei (ſo wie bei vorüberziehenden Regen und Schneegeſtöbern) die Luftelektricität (oben S. 234) oft mehrmals, ſo daß ſie bald + E, bald — E Werth darbietet, während bei nicht von Gewittern begleiteten ähnlichen Niederſchlägen dieſer Werth ſich oft Tage lang unverändert erhält. Man würde aber, bei Berechnung der abwechſelnden Elektricitäten atmosphäriſcher Niederſchläge, in ſolchen Fällen über die Stärke der erſteren ein unrichtiges Ergebniß erhalten, wenn man, nach Art der Berechnung mittlerer Temperaturen (wobei man Grade unter 0° und über 0° von einander abzieht) die beobachteten Grade der poſitiven Elektricität (des + E) von denen der negativen Elektricität (des — E) ſubtrahiren wollte; ſondern man muß vielmehr ſowohl die des + E, als die des — E jede beſonders berechnen. Schübler berechnete auf ſolche Weiſe die Elektricitäten des während 30 Monaten gefallenen Regen's und Schnee's (zuſammen 412 Niederſchläge), indem er, wenn + E und — E einigemal mit einander abwechſelten, die am Volta'ſchen Strohalm-Elektrometer (mit einfachem Conductor) beobachteten Grade ſowohl zu den + als — elektriſchen Niederſchlägen addirte; zeigte ſich ein Ueberwiegen der einen oder der

andern Elektricität, ſo wurde dieſe in entſprechendem Verhältniß in Rechnung gebracht; zeigte dagegen ein Niederſchlag blos dieſelbe Elektricität in verſchiedener Stärke, ſo brachte er nur den höchſten von ihm beobachteten Grad der Elektricität einmal in Rechnung, weil ſich das Elektrometer während der meiſten Regen in einer anhaltend ſchwankenden Bewegung befindet, je nachdem der Regen mehr oder weniger dicht, gleichförmig oder abgebrochen fällt. — Bei nahen Gewittern nimmt die Stärke des E mitunter bis zur Unmesbarkeit zu (oben S. 235); Schübler ſetzte die meſſende Beobachtung nie mehr als bis auf 600 Grade des erwähnten Elektrometers fort, brachte bei dieſen Beobachtungen, auch bei den ſtärkſten Gewittern, nie mehr Elektricität in Rechnung, und erhielt auf dieſe Art für die einzelnen Windrichtungen folgende Ergebniſſe (ſ. Schweigger's Journ. LV. 249 ff.

*) Schübler bemerkt am weiter unten a. a. O. S. 256: Die bei Gewittern, vorüberziehenden Regengüſſen und Schneeſtürmen ſich ereignenden Niederſchläge ſind gewöhnlich zuerſt „poſitiv elektriſch"; auf dieſen poſitiv elektriſchen Niederſchlag folgt oft plötzlich ein negativ elektriſcher, gewöhnlich nahehin von gleicher Stärke. Dieſer Wechſel widerholt ſich oft mehrere Male, unter entſprechenden verſchiedenen Formen der einzelnen Niederſchläge; größere oder kleinere, mehr oder weniger dicht fallende Regentropfen, Schloſſen, Schneegraupeln, groß oder kleinflockiger Schnee wechſeln oft auf das mannigfaltigſte mit einander ab, bis zuletzt der ganze Proceß mit immer ſchwächer werdender Elektricität ſich endigt, wobei es nicht ſelten geſchieht, daß die negative Elektricität zuletzt vorherrſchend bleibt; zuweilen fällt auch nach Beendigung des des Gewitters noch längere Zeit negativ elektriſcher Regen." — Ueber wechſelſeitige Erregung der E, und Bildung elektriſcher Atmosphären, an die Vorſtehendes zunächſt erinnert; vergl. auch I. 20 u. ſ. f. dieſes Hdbs. und meine Experimentalphyſ. I. 5. Kap. S. 473, 478, 487, 489, und beſonders S. 500 u. ſ. f. Desgleichen: Gren's Naturlehre. 6te Aufl. Halle 1820. 8. S. 835 §. 1536. So wie auch Gilbert's Ann. LXXVII. 341 ff.

Winde.	Elektriſche Niederſchläge der poſitiven.	negativen.	Verhältniß der poſitiven zu den negativen elet. Niederſchl.	Mittlere Stärke der Elektricität der poſitiven.	negativen.	Mittlere Stärke beider Elektricitäten.	Summe der Niederſchläge.
N. . .	12	11	100 : 19	+ 131	— 99	116	23
NO. . .	11	12	100 : 109	105	132	120	23
O. . . .	3	5	100 : 166	15	13	13	8
SO. . .	4	7	100 : 175	19	10	13	11
S. . . .	5	13	100 : 260	26	23	24	18
SW. . .	28	65	100 : 232	66	33	44	93
W. . .	73	106	100 : 145	75	39	53	179
NW. . .	25	32	100 : 128	85	46	40	57
Bei den 3 n. Wind. NW., N., NO.	48	55	100 : 114	+ 74	— 75	75	103
Bei den 3 ſ. Wind. SO., S., SW.	37	85	100 : 161	+ 57	— 26	39	122
Bei den 3 weſtl. Wind. SW., W., NW. .	126	203	100 : 161	+ 57	— 38	48	329
Bei den 3 öſtl. Winden NO., O., SO. .	18	24	100 : 133	+ 71	— 72	72	42
Allgemeinere Mittel	161	251	100 : 155	+ 69	— 43	53	412

1) Die Mittel für die 4 Hauptwindrichtungen der nördlichen, ſüdlichen, weſtlichen und öſtlichen Winde, ſo wie das mittlere Hauptergebniß, ſind nicht aus dem Mittel je von 3 oder 8 Winden gezogen, ſondern ſind begründet: durch die Summen der ſämmtlichen, an den einzelnen Windrichtungen angeſtellten Beobachtungen. Schübler a. a. O.

2) Bei heiterer Witterung findet man immer die atmosphäriſche Luft bald mehr bald weniger elektriſch, und immer iſt dieſe Elektricität die poſitive; ihre ſtündlichen Veränderungen ſind folgende: kurz vor Sonnenaufgang iſt die Luftelektricität gewöhnlich ſchwach, mit dem Aufgang der Sonne fängt ſie langſam zu ſteigen an, dieſes nimmt in Kurzem ſchnell zu und einige Stunden nach Sonnenaufgang

erreicht ſo die Luftelektricität gewöhnlich ihr erſtes Maximum. Während dieſes geſchieht, nimmt die wahre Feuchtigkeit der Luft zu (nach dem Sauſſur'ſchen Haarhygrometer beobachtet und auf gleiche Temperatur reducirt), die Luft verliert an ihrer Durchſichtigkeit, es fällt der Morgenthau, die Luft wird immer mehr dunſtig; ſelbſt mitten im Sommer bemerkt man dieſes, wenn man über weite freie Gegenden hinſieht. Im Herbſt und Winter entſteht unter dieſen Umſtänden oft eigentlicher Nebel mit ſtarken Zeichen von Electricität. Sobald das erſte Maximum der Luftelektricität eingetreten iſt, wobei die Temperatur der Luft immer ſchon beträchtlich, von Aufgang der Sonne an, zugenommen hat, ſo verliert ſich nach und nach das Dunſtige der Luftſchichten, die Atmoſphäre wird ganz heiter, entfernte Gegenden werden dem Auge ſichtbar, der Himmel nimmt eine dunklere Bläue an, die Trockenheit der Luft nimmt von dieſem Zeitpunkt an wirklich zu, die Luftelektricität nimmt nun immer mehr ab, anfangs am ſchnellſten, dann immer langſamer. Nachmittags zwiſchen 2 — 3 Uhr iſt ſie ſchon ziemlich ſchwach, ſie iſt gewöhnlich 1 — 2 Stunden vor Sonnenuntergang am ſchwächſten und auf ihrem Minimum, während die Luft um dieſe Zeit ebenfalls am trockenſten iſt.

So wie ſich die Sonne dem Horizont nähert, ſo fängt die Luftelektricität wieder zu ſteigen an, ſie ſteigt ſchnell mit dem Untergang der Sonne und erreicht ebenfalls einige Stunden nach Sonnenuntergang ihr 2tes Maximum. Während dieſes geſchieht, bilden ſich aufs Neue überall Dünſte, die Feuchtigkeit der Luft nimmt ſchnell zu, die Kühle des Abends tritt ein, es fällt der Abendthau und meiſt ſteht nun die Luftelektricität wieder auf derſelben Höhe, wie Morgens, einige Stunden nach Aufgang der Sonne. Von hier nimmt nun die Luftelektricität aufs Neue ab und fährt die ganze Nacht hindurch fort zu fallen, um mit der aufſteigenden Sonne des folgenden Tages wieder dieſelbe Ordnung zu durchlaufen.

Es iſt hier, wie geſagt, von heitern Tagen die Rede. Iſt die Atmoſphäre nicht heiter, bilden ſich Wolken oder fällt gar Regen, ſo zeigen ſich viele Abweichungen. Bei Annäherung von Wolken und fallendem Regen geht die Elektricität nicht ſelten ins Negative über. Vergl. Schübler a. a. O. III. 124 — 125. Desgleichen ebendaſ. Beilage nach S. 268.

3) Jedes fallende meteoriſche Waſſer (Regen, Schnee, Schneegraupeln, Schloſſen) iſt bald mehr, bald weniger electriſch, und die Stärke der Electricität deſſelben iſt gewöhnlich bedeutend größer, als die der ruhigen atmoſphäriſchen Luft; es zeigt ſich hier nicht mehr blos poſitive Elektricität, ſondern dieſe wechſelt auf die verſchiedenſte Art mit der negativen Electricität ab. Nur ſehr ſelten findet ſich ein Regen ohne Electricität, und gewöhnlich geſchieht dieſes nur dann, wenn ein poſitiv electriſcher Regen ſchnell mit einem negativen Regen abwechſelt, wo das Elektrometer zuweilen einige Augenblicke auf Null ſtehen bleibt, oder man findet die Electricität Null am

Anfang und Ende eines negativ electriſchen Regens: beim Uebergang der gewöhnlichen poſitiven Electricität der Luft in die des Regens, oder überhaupt bei unbedeutend ſchwachem Regen. Die Stärke der Electricität des fallenden meteoriſchen Waſſers hat eine jährliche Periode, am ſtärkſten iſt ſeine Elektricität im Sommer, am ſchwächſten im Winter. Dieſe jährliche Veränderung der Elektricität des fallenden Waſſers ſcheint daher in einem beſtimmten Verhältniſſe zu ſtehen mit den jährlichen Veränderungen der Elektricität der untern Luftſchichten, ſowohl was die Stärke ihrer Elektricität, als das Verhältniß ihrer Perioden betrifft. Das fallende meteoriſche Waſſer ſcheint nämlich deſto ſtärker elektriſch zu werden, je größer und deutlicher die täglichen elektriſchen Perioden ſind, je ſchwächer aber die freie Elektricität der untern Luftſchichten iſt, (das iſt, je mehr Dünſte und Elektricität in einem gebundenen latenten Zuſtand in Luftform übergangen ſind); die ſtärkſten elektriſchen Regen fallen nämlich in den Sommermonaten, alſo gerade zu der Zeit, wo die täglichen Perioden der atmoſphäriſchen Elektricität am ſtärkſten und meiſten regulär ſind, wo Dünſte und Elektricität in großer Menge unter Vermittelung des Lichts und der Wärme entwickelt werden, ſich aber ebenfalls weit ſchneller wechſelſeitig enger binden, latent werden, und für unſere Sinne und Inſtrumente als ſolche verſchwinden, bis ſie dann wieder in der zuvor oft noch wolkenloſen Atmoſphäre zuerſt als Wolken ſich zeigen und dann als ſtark elektriſche Regen oft unter Blitz und Donner aus den höheren Schichten der Atmoſphäre wieder auf die Oberfläche der Erde zurückkehren. Die mittlere Stärke der Elektricität des aus der Atmoſphäre fallenden Waſſers ſcheint, im Mittel genommen, mit der jährlichen Zunahme des Lichtes und der Wärme in gleichem Verhältniſſe zu ſtehen und die einzelnen in einem Jahre vorkommenden Abweichungen würden wohl bei monatlichen Mittelzahlen aus vieljährigen Beobachtungen ganz verſchwinden. Die einzelnen Regen zeigen ſich gewöhnlich deſto ſtärker elektriſch, je dichter ſie ſind, je mehr Waſſer in derſelben Zeit auf das Hyetometer fällt oder vielleicht näher bezeichnend: je ſchneller und je mehr Waſſer in derſelben Zeit aus Gas in Waſſerform übergeht. Dieſe ſtärkere Elektricität zeigt ſich vorzüglich bei einzelnen Platzregen, Strichregen und Gewitterregen: in den allgemeinen Reſultaten mehrjähriger Beob. zeigt ſich der Hauptſache nach daſſelbe. In den Monaten Mai, Juni und Juli 1811 fiel das meiſte meteoriſche Waſſer, während auch deſſen mittlere Elektricität am ſtärkſten war; das Gegentheil zeigte ſich in den Monaten September, November und Januar, wo dem Quantum nach der wenigſte Regen fiel und auch ſeine mittlere Elektricität nur ſchwach war. Die Elektricität des fallenden Schnees zeigte in dieſer Hinſicht eine Verſchiedenheit von der Elektricität des fallenden Regens, welche jedoch vielleicht blos ſcheinbar iſt; ich fand nämlich ſeine Elektricität weit häufiger poſitiv als negativ, 24mal war ſie poſitiv und nur 6mal negativ. Die Urſache übrigens des häufiger fallenden poſitiv elektriſchen Schnees liegt ſehr wahrſcheinlich zum Theil darin, weil die untern Luftſchichten im Winter, vorzüglich bei Nebel, gewöhnlich weit ſtärker poſitiv elektriſch ſind, als im Sommer, während die

Elektricität des fallenden Regen und Schnees überhaupt ſchwächer iſt; ein anfänglich ſchwach negativ elektriſcher Schnee könnte alſo erſt während des Herabfallens in den untern Luftſchichten poſitive Elektricität erhalten und dadurch im Ganzen dieſe Ungleichheit entſtehen. Sternſchnuppen bemerkte S. gewöhnlich bei ſehr heiterem Himmel, ſtarker + Elektrrcität, häufig wenn die Witterung des Abends fühlbar kühl wurde, wobei gewöhnlich das zweite elektriſche Maximum nach Sonnenuntergang ebenfalls ſtärker eintritt. — Feuerkugeln wurden 1811 zwei in Deutſchland beobachtet, den 29. Juli u. 28. Jan.; in Stuttgart war die Witterung an beiden Tagen heiter mit ſtarker atmoſphäriſcher Elektricität. Steinregen ereigneten ſich bis 1813 drei in Europa, von denen wir nähere Nachrichten erhielten. Der in Deutſchland fallende ereignete ſich den 15. April bei Helmſtädt, 5 Tage ſpäter als der bei Toulouſe den 10. April ſich ereignende, und 2 Tage ſpäter als die in Dänemark den 13. April zerplatzende kleine Feuerkugel. In Stuttgart hatte man in der Nacht vom 10-11. für dieſe Jahrszeit ungewöhnlich ſtrenge Kälte, — 6° R., bei heiterem Himmel, auf welche den 15. der erſte warme Tag mit den erſten Blitzen gegen Südweſt folgte: am 12. und 14. zeigte ſich bei heiterem Himmel die ſtärkſte Elektricität dieſes Monats. Zur Zeit entfernter Erdbeben und Erdſtößen beobachtete Schübler häufig +E-Ladung der Luft; Schweigger's Journ. VIII. Beilage zum 1ſten Heft.

4) Bei heiterem und bei bewölktem Himmel, in Zeiten, wenn kein Meteorwaſſer fällt, beobachtete Schübler (ſ. a. a. O. 25 ff.): ein täglich 2mal periodiſches Steigen und Fallen der atmoſphäriſchen Elektricität (vergl. hiemit m. Experimentalphyſ. I. S. 453); S. fügt hinzu:

α) Die Zeit des Eintritts des Maximums und Minimums, iſt verſchieden, je nach den verſchiedenen Jahres- und Tageszeiten (es ſind dieſe Abweichungen vergleichbar den Barometer-Schwankungen; die ſelbſt aber nur verrücken, jene für die ganze Erde gleiche Zeit der dynamiſch bedingten Elektrometer-Bebungen; vergl. oben S. 257). Sie richtet ſich vorzüglich nach dem verſchiedenen Auf- und Untergang der Sonne; der Eintritt des erſten Maximums iſt am früheſten in den längſten Sommertagen, am ſpäteſten in den kurzen Wintertagen, wo es ſich mehr der Mittagsſtunde nähert, hingegen iſt der Eintritt des 2ten Maximums am ſpäteſten an den längſten Sommertagen, am früheſten aber in den kurzen Wintertagen; die nothwendige Folge hievon iſt, daß die Entfernung des 1ſten elektriſchen Maximums vom 2ten am größten iſt an den Sommertagen, hingegen am kleinſten in den kurzen Wintertagen, wo beide Maxima vorzüglich bei kalter neblichter Witterung im Winter gleichſam in ein Maximum zuſammen zu fließen ſcheinen, wenigſtens ſich ſehr annähern, und dadurch zu der irrigen Meinung die Veranlaſſung gegeben zu haben ſcheinen, als hätte die atmoſphäriſche Elektricität nur eine einfache tägliche Periode.

β) Die

β) Die Zeit des Eintritts des Maximus iſt übrigens auch zu derſelben Jahreszeit nicht immer gleich; Schübler bemerkte es zuweilen des Morgens ſpäter, und des Abends früher eintretend, als gewöhnlich, wenn die Temperatur der Atmosphäre für dieſe Jahreszeit geringer als gewöhnlich war. S. fand dieſes ſowohl bei ſtrenger Winterkälte als an einzelnen rauhen kühlen Sommertagen.

γ) Die Stärke dieſer elektriſchen Perioden richtet ſich vorzüglich nach der Heiterkeit des Himmels: ſie ſind am größten bei ruhiger, heiterer Luft, geringer bei zum Theil bedecktem Himmel, am ſchwächſten und oft kaum merklich bei ganz bedecktem Himmel und endlich ganz irregulär, wenn dichte Wolken und Nebel die Atmosphäre erfüllen und ihre oft ſtarke Elektricität den untern Luftſchichten mittheilen. In allen Jahreszeiten zeigt ſich dieſes beſtätigt und der mächtige Einfluß des Lichtes auf die Bildung dieſer Perioden läßt ſich wohl hier nicht verkennen.

δ) Ein 2tes dem Lichte untergeordnetes Moment, nach welchem ſich vorzüglich auch die Stärke dieſer Perioden richtet, iſt die Ausdünſtung und Feuchtigkeit; beide ſcheinen ſehr weſentlich zu ihrer Bildung beizutragen, wie S. ſchon früher gezeigt hat, und welches ſich ihm auch immer mehr beſtätigt. Oefters bemerkte S., daß die elektriſchen Perioden ſtärker eintraten, wenn nach trüber feuchter Witterung mit Regen ſich der Himmel auf einmal aufheiterte *) wobei immer das Hygrometer vorzüglich Morgens und Abends einen bedeutenden Grad von Feuchtigkeit anzeigte; daß hingegen die elektriſchen Perioden nach und nach geringer wurden, wenn anhaltende Trockenheit eintrat; auffallend zeigte ſich dieſes zu Anfang des Monats Mai, nachdem mehrere Wochen lang vorher anhaltend trockene Nordoſtwinde geweht hatten, wo dann das periodiſche Steigen der atmosphäriſchen Electricität vorzüglich des Abends nach Sonnenuntergang manchmal ſehr unbedeutend wurde, wie den 2. und 3. Mai 1811.

ε) Das Verhältniß der Stärke der atmosphäriſchen Elektricität während des Minimums zu der des Maximums, und damit die eigentliche Größe der Veränderung iſt in den Sommermonaten beinahe doppelt ſo groß, als in den Wintermonaten; es war im Juni und Juli wie 1:2,87 und 1:2,96; hingegen im Dezemb. und Januar nur wie 1:156; und 1:1,85. Ebenſo iſt dieſes Verhältniß an heitern Tagen immer weit größer als an trüben, wie ſich dieſes in jedem Monate zeigt. Vergleicht man die einzelnen Monate näher mit einander, ſo ſcheint dieſes Verhältniß beinahe in gleichem Schritte zu und abzunehmen, wie ſich die Sonne mehr oder weniger über den Horizont erhebt und uns mehr oder weniger wirkſame Stralen zuſendet.

ζ) Was die jährliche Veränderung der Stärke der atmosphäriſchen Elektricität in den untern Luftſchichten an ſich betrifft, ſo ſteht ſie mit der Temperatur der Luft in indirektem Verhältniſſe; ſie nimmt mit Annäherung des Winters bei Verminderung der Temperatur immer mehr zu, erreicht ihre größte Stärke bei ſtrenger Winterkälte

des Morgens und Abends, wird dann mit zunehmender Wärme des Frühlings wieder geringer und iſt am ſchwächſten an heißen, trockenen Sommertagen in den Nachmittagsſtunden zwiſchen 2 bis 4 und 5 Uhr, wie dieſes S's Beobachtungen durchgängig zeigen. Geringer erſcheint dieſe jährliche Periode, wenn die Minima mit einander verglichen werden, deſto deutlicher iſt ſie aber, wenn dieſe Vergleichung mit den Maximis und der mittleren Stärke der Elektricität überhaupt angeſtellt wird. Dieſe jährliche Periode könnte auf dem erſten Anblicke der vorigen widerſprechend ſcheinen, ſie iſt es aber nicht und das Ganze läßt ſich ſehr wohl vereinigen, wenn man bedenkt, daß in den Wintermonaten bei vermindertem Licht und Wärmeeinfluß Dünſte und Electricität weit nicht ſo leicht und nicht in dem Grade in einen wechſelſeitig gebundenen latenten Zuſtand übergehen, wie dieſes in den Sommermonaten der Fall iſt, während umgekehrt in den letztern die Größe der täglichen Veränderung an ſich größer ſeyn muß, weil unter Vermittelung des größern und längern Licht- und Wärmeeinfluſſes weit mehr Waſſer in Luftform übergeht, Dünſte und Electricität ſich abwechſelnd in größerer Menge je nach den verſchiedenen Tageszeiten bald mehr, bald weniger enge binden und damit die täglichen Perioden bilden; die täglichen Perioden werden im Sommer größer, weil mehr wahre Feuchtigkeit in der Luft vorhanden iſt, auf welche vieles Licht einfließt, hingegen iſt die Elektricität an ſich im Winter mehr gleichförmig ſtärker, weil Dünſte und Elektricität weniger leicht ſelbſt nicht den Tag über in latenten Zuſtand übergehen, die täglichen Perioden werden damit undeutlicher und es findet wegen Verminderung des Lichteinfluſſes in dem Ganzen weniger Ordnung, gleichſam weniger inneres Leben, Statt.

η) Die Stärke der Elektricität der Nebel (vergl. oben S. 302) ſteht gewöhnlich in gleichem Verhältniſſe mit der Stärke der Elektricität der untern Luftſchichten bei heiterem Himmel; ſie ſind am ſtärkſten elektriſch in den Wintermonaten bei ſtrenger Winterkälte, wo Dünſte und Elektricität in den untern Luftſchichten mehr frei und ungebunden erſcheinen, während zugleich die Elektricität von der mit Eis und Schnee bedeckten Erde weniger leicht abgeleitet wird.

5) Ueber Volta's Strohhalmelektrometer vergl. A. Volta's meteorologiſche Briefe; a. d. Ital. I. Leipz. 1793. 8. u. w. u.

6) Schübler fand auf ſeiner Alpenreiſe, im Jahr 1813, ſo wie er ſich in freiere höhere Gegenden erhob, ſtets eine Zunahme des atmoſphäriſchen + E, welche um ſo bedeutender waren, je mehr frei er ſich von ableitenden Umgebungen, Wäldern, Wohnungen u. ſ. w. befand; am ſtärkſten fand er die poſitive Luftelektricität auf einzelnen iſolirten ſchroffen Felſen. Ein Wachſen dieſer Stärke entſprechend den zunehmenden Erhebungen über Meeresfläche, vermochte S. jedoch nicht nachzuweiſen. In engen Thälern, auch wenn ſie 3000 bis 5000 Fuß über Meeresfläche lagerten, war die Zunahme des E un-

bedeutend. Auf dem *Gotthart*, auf der höchſten Stelle des Paſſes nach Italien, 6200′ par. Fuß über Meeresfläche, fand S. den 13. Juli Nachmittags 4 Uhr, bei heiterem Himmel und einer Temperatur von + 8°,6, die Luftelektricität = + 10, ſobald er aber auf einigen nahe liegenden Granitfelſen von 30 Fuß Höhe beobachtete, zeigte ſie ſich = 50 bis 60; während ſie von demſelben Elektrometer zuvor in tieferen Gegenden nur zu 4 — 5 Grad angegeben worden war. Vergl. S. in *Schweigger's* Journ. IX. 348 ff. Uebrigens muß man bei denſelben Beobachtungen wohl auf ſeiner Huth ſeyn: *die dem eigenen Körper entſtammende, vom Conductor des Elektrometers ſchon aus beträchtlichen Fernen anziehbare Elektricität, nicht mit jener der Luft zu verwechſeln.* Wie beträchtlich die Fernen ſind, aus denen in ſehr verdünnter Luft, die *frei von Dunſtbläschen* iſt, Elektricität von Leitern noch angezogen und angeſammelt wird, zeigt unter andern der S. 236 erzählte Fall. Die Elektricitätsleitung der Luft nimmt übrigens ab, in dem Verhältniß, wie ihre Ladung mit dem gleichnamigen E wächſt (wie ſolches ſchon die *Zamboniſche Säule* zeigt; 235 und meine Experimentalphyſik II 145 und ſ. f.) wächſt hingegen mit der zunehmenden Luftverdünnung (oben §. 171 S. 25). Da nun S. dieſer Verdünnung ohngeachtet ein ſehr beträchtliches Wachſen des + E in dunſtleerer Luft wahrnahm, ſo muß es für dieſe Art von Elektricitätsbeladung eine Quelle geben, welche mit um ſo größerer Wirkſamkeit ſich äuſſert, je mehr dunſtfrei d. i. je durchſichtiger die Luft erſcheint; dieſe Quelle kann aber nicht in der Luft als ſolcher ſchon (der Entwickelung harrend) vorhanden ſeyn, ſondern muß ihr erſt werden in den höheren Regionen. Dieſe Quelle iſt — wie es mir ſcheint — 1) hauptſächlich das in höheren Lüften eintretende Näherrückungen zu jener Region, wo die auf der Erde und in der niederen Luft frei gewordenen und unausgeglichen gebliebene Elektricität an weiterer Verbreitung gehemmt und dadurch zur *Anhäufung* gebracht wird: durch das Iſolationsvermögen des ſog. leeren Raumes (oben S. 25 und §. 173 S. 27 und 2) die mehr ungehinderte Wirkung des *Lichtes* auf die heitere (klare) Luft der Höhen; wobei ich annehme: daß das Licht überall poſitiv elektriſirt, wo es wirkt ohne gehemmt zu werden und mithin *ohne zu wärmen*; wäre die dünne, klare Luft der Höhen durch Licht abſolut unerwärmbar, und beſäße ſie Iſolation genug, um von der in ihr mittelſt Lichtdurchſtralung erzeugten Elektricität durch Ableitung nichts zu verlieren, ſo würde ſie ſchon aus dieſem Grunde oberhalb der Dunſtregion in den Aequatorialgegenden tagtäglich um Mittag ein Maximum ihrer poſitiven Elektriſirung erreichen, und Aehnliches darbieten für jeden andern Ort der Erde zu Zeiten, wo die Sonne den höchſten Stand erreichend den Ort in ſenkrechter Richtung beſtralt. Die der Erde *entſtralende Wärme* dürfte dagegen eine ebenſo allgemeine Quelle für die *negative Elektriſirung* der Erde und der Luft ſeyn, wie es das Licht für die poſitive iſt. Wo Strallicht und Stralwärme zuſammentreffen, werden ſie in ihren Elektriſirungswirkungen einander aufheben, und durchſichtige (z. B. Glas)

die durchleuchtet Wärmung darbieten würden, wenn ſie die alſo erzeugte Wärme nicht ſofort als Stralwärme entließen, werden, weil ſolches Entlaſſen jenem Erzeugen unmittelbar folgt, eben darum mittelſt Durchleuchtung weder merklich poſitiv, noch mittelſt gleichzeitiger Wärmeentſtralung merklich negativ elektriſirt erſcheinen. In Zeiten hingegen, wo die Beleuchtung ſchwach, die Wärmeentſtralung der Erde hingegen überwiegend groß iſt (in heiteren, klaren Nächten) wird die obere Luft das Maximum ihrer mit der poſitiven, bald nach Sonnenuntergang wechſelnden negativen Elektriſirung erreichen; theils weil das in der Erdnähe durch Wärmeentſtralung erzeugte — E zu ihr hinauf ſich verbreitend zunächſt ihr + E zu o E ausgleicht, dann aber ſelbſt an deſſen Stelle tritt, theils weil keine Luft, auch die heiterſte nicht alſo klar iſt, daß in ihr von der durchſtralenden Wärme nicht ſtets noch ein Theil gebunden und zur Vergaſung ungaſiger Gebilde, ſo wie zur Ausdehnung ſchon beſtehender Gaſe verwendet werden ſollte; vergl. oben S. 238 Bem. 11 c.

7) Um von den ſtörenden Einflüſſen der Umgebungen mehr unabhängig die Luftelektricität derſelben Region beobachten zu können, benutzte Schübler dazu, auf Schweigger's Rath, einen freiſtehenden Thurm, und zwar in der Weiſe: daß die Spitze des Zuleitungsdrathes des Elektrometers, ſoviel als möglich gleichförmig in einer Entfernung von 5 Fuß von der Thurmmauer erhalten wurde; bei einer Temp. von + 16° R. und vollkommen heiterem Himmel fand dann S. die Elektricitätsſtärke der Luft bei 30 Fuß Höhe = + 15°, bei 50′ = + 20°, bei 75′ = + 26; bei 145′ = + 50 und bei 180′ = + 64°. Dergleichen Beobachtungen laſſen ſich an jedem freien hohen Thurme widerholen, ohne denen bei elektriſchen Drachen und Luftbällen (oben S. 235) etwa aufzuſtellenden Einwürfen ausgeſetzt zu ſeyn, und ſie gewähren ungeſtörte Ergebniſſe, ſofern man nur darauf bedacht iſt: das Elektrometer durch gleichbleibende Trockniß ꝛc. in gleicher Güte zu erhalten und wenn man bei dergleichen Beobachtungen nicht vergißt die tägliche Periodicität der Luftelektricität (oben S. 304) ihrem Gange nach und gemäß ihres Einfluſſes auf Ab- und Zunahme des E, gehörig im Auge zu behalten; Schübler a. a. O. 350—352.

8) Anhäufungen von Eis und Schnee, insbeſondere aber die Gletſcher, ſcheinen S. vorzüglich in dem Grade den + E Gehalt der Luft zu befördern, als überhaupt eine Decke von Schnee und Eis, bei einer nothwendig damit gegebenen tieferen Temperatur (und füge ich hinzu: bei der nothwendig damit eintretenden und unterhaltenen Rückführung des gaſigen oder dunſtigen Waſſers auf eiſiges; oben S. 238) die Anſammlung des + E auch in niederen Gegenden befördert. Stärker, als der + E Gehalt in ſolchen Gegenden zur Winterszeit iſt, ſah ſie S. in der Gletſcherregion nicht werden in der Sommerszeit. Die natürliche Lage und Entſtehungsart der Gletſcher (vergl. I. 213 und 397 und ff.) laſſe dieſes ſchon erwarten, fügt S. hinzu; indem ſie immer in Thälern, gewöhnlich zwiſchen 2

oder mehreren hohen, über die Schneegränze emporragenden Bergen entſtehen, zwiſchen denen die herabrollenden Schnee- und Eismaſſen ſich in ſolcher Menge anſammeln, daß ſie ſelbſt in den Sommermonaten nie ganz ſchmelzen; ſie erſtrecken ſich daher auch oft ſehr tief in enge fruchtbare Thäler. — Wolken und dichte Nebel zeigten ſich S., hinſichtlich der Stärke ihrer Elektricität gewöhnlich einander ſehr ähnlich; vergl. S. a a. O. 353 — 357 und oben S. 236 Bem. 9. Bei Waſſerfällen fand S. das — E oft auffallend ſtark; es war jenes — E, welches die Luft erhielt, indem Waſſer in ihr verdampfte (die Dämpfe, d. i. das Waſſergas ſelbſt, das als ſolches zu höheren Luftſchichten ſich hebt, zeigt dabei + E *)), und das dann die herabfallenden Tropfen leitend aufnahmen und mit zum Elektrometer brachten. — — Daſſelbe beobachtete am Staubbach,

---

*) Nach Volta erzeugt jeder ausdünſtende Körper 2 Elektricitäten; der dabei Wärme verlierende Körper ſelbſt erhält — E, der entſtandene Dampf + E. Letzteres iſt jedoch nur der Fall: ſofern ſolcher Dampf, ſey es durch Druck oder durch niedere Temperatur der Umgebungen, wieder zu Dunſt oder zu Tropfen ſich zuſammenzieht, d. h. in ſofern er auf die ihn aufnehmende Luft wärmend wirkt, elektriſirt er dieſelbe poſitiv (was dagegen auf die Luft, oder deren Vertreter, kältend wirkt, erregt in ihr — E). Uebrigens muß ſo gut wie beim Zuſtandswechſel der Materien, auch beim Dehnungsändern der Gaſe Elektriſirung erfolgen: bei Verdichtung + E, bei Verdünnung — E Ladung, und wo zwei ungleich dichte Gaſe ſich berühren, ohne ineinander überzufließen, werden ſie im Verhältniß des Unterſchiedes ihrer Dichten wechſelſeitig zur elektriſchen Spannung ſich beſtimmen. Denn überall, wo phyſiſch oder chemiſch ungleiche Subſtanzen einander berühren, regen ſie einander, ihren Eigenwerthen entſprechend, wechſelſeitig auf, und überall wo ſolche Wechſelerregung andauert, ohne zur chemiſchen Einung der Erregenden zuzuführen, erſcheinen die Gegenthätigen entgegengeſetzt elektriſirt; denn es iſt ſelbſt bei Flüſſigkeiten nicht nothwendig: daß jeder Aufregung die Ineinanderwirkung folge, aber wo dieſe eintritt, enden die Erfolge der Aufregung. Iſt aber die Aufregung ſchon eingeleitet (der Elektriſirungsproceß im Gange), ſo bedarf es auch nicht der Berührung, um ſie anderweit zu vervielfältigen, ſondern nun erfolgt die weitere Erregung auch in meßbare Fernen hinaus, gemäß dem Geſetze der ſog. elektr. Vertheilung (+ E erregt — E; — E erregt + E) in jedem entfernten Leiter, der gegen Ableitung genug geſchützt iſt, um mit ſeinem erregten E dem erregenden E gegenüber in Gegenthätigkeit zu beharren. Wo von entgegengeſetzten Richtungen her entgegengeſetzte Erregungen in einem Punkte zuſammentreffen, heben ſie in ihren Wirkungen ſich auf.

Reichenbach ꝛc. 1785 Tralles; Deſſ. Beitrag zur Lehre von der Elektricität. Bern 1786. gr. 4. Standen Perſonen in jener Richtung, von welcher der ſog. Waſſerſtaub herkam, oder ſchützte T. das von ihm zu dieſen Verſuchen verwendete Sauſſure'ſche Elektrometer zu ſehr durch ſeinen Körper, ſo wurde die Einwirkung des — E auf das Elektrometer ungemein geſchwächt. T. leitet übrigens dieſes E, das er ſowohl am herabfallenden, als am abprallenden Waſſerſtaube bemerkte, von der Reibung der Luft an den Waſſertheilchen ab. Oftmals erhielt T. bei künſtlichen Verdampfungen des Waſſers und Weingeiſtes, ſowie beim Entbinden von Kohlenſäuregas — E, mitunter aber auch gar kein wahrnehmbares E; muthmaaßlich wurde in letzterem Falle das E entweder ſogleich abgeleitet in die zu ſolchen Zeiten im Minimo ihrer Elektriſirung ſich befindende Luft, oder durch deren + E aufgehoben. — Erman fand, und Prechtl beſtätigte es, daß das Elektrometer immer divergirt, wenn man es in horizontaler Richtung irgend einem freien Gegenſtande auf der Erde nähert; Gilbert's Ann. XV. 408. P. erklärt dieſes aus dem ſog. elektriſchen Nimbus, d. i. aus einer von P. angenommenen feinen Flüſſigkeit (elektriſches Fluidum), welche die Körper umgiebt, und die von ihn gebunden und wieder entbunden werden kann, nach ähnlichen Geſetzen, nach welchen die Wärme latent und frei wird; Gehlens Journ. f. Chem. Phyſ. u. Mineralog. VIII. 283, wieviel Theil habe an der elektriſchen Divergenz in Erman's Verſuchen: die Wärmeentſtralung des frei ſtehenden Körpers? iſt zur Zeit noch unermittelt.

9) Schübler, de Luc's trockne Säule (m. Experimentalphyſ. a. a. O.) zu Beobachtungen der Luftelektricität darum verwerfend, weil dieſe Vorrichtung auch bei den größten Abweichungen der atmosphäriſchen Elektricität ſtets nahe gleiche Ergebniſſe gewährt, die nur abgeändert werden durch das Mehr oder Weniger der von ihr eingeſogenen Feuchtigkeit, findet aus gleichem Grunde auch die ihr ähnelnde, vermöge größerer Iſolation ihrer Platten nur mehr gleichförmig wirkende trockne Zamboniſche Säule verwerflich, Falls deren entgegengeſetzte Pole mit dem Boden in leitende Verbindung ſtehen; werden dieſe Pole dagegen mit der Luft ſelbſt in leitende Verbindung geſetzt, ſo theilt ſich das atmosphäriſche E der Säule ſelbſt mit, ohne deren innere Thätigkeit zu ſtören. War dabei die Luft ohne merkbares Ladungs E, ſo zeigen beide Pole gleichviel + E und — E Grade, wurde der eine Pol der Säure, z. B. der + Pol mit dem Boden in leitende Verbindung geſetzt, ſo zeigte der andere, z. B. der — Pol die ihm für ſich zukommende Spannung (z. B. in S's Beobachtungen bei einer Säule von 1600 Plättchen ſog. Gold und = Silberpapiers, von 1 Zoll Durchmeſſer, welche in zwei gleiche Glasröhren eingeſchloſſen und an deren beiden Enden durch Siegellack gegen die Luft abgeſchloſſen: die von 20° des oben erwähnten Volta'ſchen Elektrometers; deſſen Zuleitungsdrathſpitze mit brennenden Schwefel bewaffnet wurde, um den Uebergang des E zu befördern. Wurde hingegen dem einem

Pole das ihm entgegengeſetzte E von Auſſen zugeführt (z. B. dem + Pol 10 Grad — E), ſo erwuchs dadurch dem anderen Pole eine entſprechende Vermehrung (der — Pol zeigte dann ſtatt 20° — E deren 30°); und führte man endlich dem einen Pole das ihm gleichnamige E zu (z. B. dem + Pol 10° + E), ſo ſchwächte dieſe Zuführung den entgegengeſetzten Pol um eben ſoviel (der — Pol zeigte ſtatt 20°, nur noch 10°). Auf ſolche Weiſe ließen ſich nun allerdings alle Veränderungen der Säule mit denen elektriſchen Aenderungen der freien Luft in Verbindung bringen, allein für die meſſende Beobachtung der Luftelektricität war dadurch nichts gewonnen, denn die Erſcheinungen wurden nur mehr zuſammengeſetzt; Schübler in Schweigger's Journ. XV. 129 — 130. (Gebe es eine der Feuchtigkeit der Luft unzugängliche abſolut gleichförmig wirkende trockne Säule, ſo würde dieſe, Falls man ihre Pole nicht dem Boden zuführte, ſondern den einen derſelben ſtets mit dem Elektrometer, den andern aber mit der Luft in leitende Verbindung erhielte, der größeren Zuſammengeſetztheit der Wirkung ohngeachtet, dennoch nothwendig fortdauernde Kunde geben müſſen: von dem fortſchreitenden Wechſel der elektriſchen Beſchaffenheit der Atmosphäre. Man würde zu dem Ende zwei doppeltſäulige Vorrichtungen der Art in Gebrauch nehmen müſſen; deren eine durch ihren — Pol mit der Luft, und durch ihren + Pol mit dem Elektrometer in Verbindung ſtände, während die andere der Luft den + Pol und dem zweiten Elektrometer den — Pol darböte. Zum Elektrometer für dieſen Zweck (ſowie überhaupt zu Meſſungen kleiner Elektricitätsänderungen der Luft) dürfte ſich am beſten eigenen ein hinreichend harter, an einem einfachen Seidenfaden horizontal aufgehängter, 8 bis 12 Zoll langer Glasfaden, deſſen eines Ende mit einem Meſſingkügelchen oder Schildchen verſehen iſt, während das andere in einem Schellakkügelchen von gleichem Gewichte endet. Solcher Glasfaden, darſtellend einen freiſchwebenden doppeltarmigen phyſiſchen Hebel und wirkend nach Art der Coulomb'ſchen Drehwage, leiſtet mir ſchon ſeit mehreren Jahren gute Dienſte: um ſehr kleine Elektricitätserregungen nachzuweiſen, ohne den Condenſator mit zu Hülfe zu nehmen. Um zufällige Schwankungen des Fadens zu verhüten, überdeckt ihn eine Glasglocke, in deren oberen Axenpunkt der Faden befeſtigt iſt, während unten ihr Rand genau eingreift in die durch Firniß luftdicht ausgeſtrichenen Fugen eines hölzernen Trägers, deſſen 3 Stellſchrauben in den Stand ſetzen, den ebenen Glockenrand ſtets horizontal zu erhalten. Das Glas der Glocke iſt in der Höhe des Glasfadens durchbort, an der durchlöcherten Stelle einen vergoldeten Meſſingdrath aufnehmend, deſſen beide Enden, das dem Glasfaden zugewendete innere und das dem zu prüfenden Körper zugewendete äuſſere, jedes mit einem ähnlichen vergoldeten Knopf (nach Art kleiner Conductoren) verſehen iſt. Wirkſamer wird die Vorrichtung allerdings erſcheinen durch Zuziehung eines Condenſators; z. B. der oben S. 235 Anm. erwähnten Leidner Flaſche. Ueber Volta's hieher gehörige Beobachtungen, Entdeckungen und Erfindungen vergl. auch: Deſſen Schriften

über Elektricität und Galvanismus, überſetzt von Naſſe. Halle 1803. 8.

10) Zur Erklärung der obigen die Forſchungstheilnahme im hohen Grade in Anſpruch nehmenden Schübler'ſchen Beobachtungen dürfte die Bemerkung hinreichen, daß in der ſog. trocknen Säule eigentlich zweierlei Apparate mitſammen vorkommen: eine ſchwache gewöhnliche galvaniſche Säule und eine Aneinanderreihung von trocknen Leidner Flaſchen (relativ iſolirten Conductoren; vergl. oben S. 28 Anm.). Kommt dem + Pol der mit dem Boden nicht verbundenen trocknen Säule von Auſſen — E zu, ſo nimmt dieſes von dem dort vorhandenen Ladungs + E ſo viel in Beſchlag, als hinreicht, es ſelbſt (und damit auch dieſen Theil des + E) in o E zu verwandeln; der dadurch hinweggenommene und nachweisbar verminderte + E Theil, ſetzt innerhalb der Säule einen entſprechenden Theil von ihm zuvor (nach Art der Wirkung des + E eines Belegs der Leidner Flaſche gegen das — E des anderen Belegs) angezogenes — E in Freiheit, das ſich (alſo frei gelaſſen) dorthin begiebt, wohin es leitend geführt wird, d. i. zu dem Elektrometer; wird dagegen dem + Pol neues + E beigegeben, ſo bringt dieſes von dem ſchon urſprünglich freien — E Theil des — Pols einen, ſeiner eigenen Intenſität entſprechenden Antheil zur elektriſchen Ausgleichung, während ſie den + E Ladungstheil des + Pol, als ihm ſelber gleichwerthig unverändert läßt. Es bietet nämlich das Innere jeder ſog. trocknen Säule (auch einer die nur aus 2 Plättchenpaaren beſteht) dar: 1) + E und — E das ſich wechſelſeitig anziehend in einer Spannung erhält, die dem Zuſtande des o E ſelber ſehr nahe kommt und ähnlich iſt dem Ladungszuſtande eines chemiſchen Gemiſches, deſſen + E und — E Wirkungswerthe auch vorhanden, aber nur gegeneinander und nicht nach Auſſen gerichtet ſind und die daher auch keine entgegengeſetzten elektriſchen Atmosphären um ſich herum bilden, und 2) aus + E und — E die in Gegenziehung begriffen ſind, wie die Elektricitäten einer geladenen Leidner Flaſche.

11) Bei dem 8ten Februar 1817 von Schübler (damals zu Hofwyl) geſehenen Nordlichte, war ſehr wahrſcheinlich die Luft reich an + E, denn ſie zeigte ſolches noch in den nächſtfolgenden Tagen; Schweigger's Journ. XIX. 8 ff. Vgl. I. 213, 259, 265. II. 47, 79 und beſonders S. 613 Anm. ff. Parry fand übrigens die Luft der Nordlichtgegenden nichts weniger als auffallend elektriſch I. S. 257.

12) Volta verſah den Zuleitungsdrath ſeines oft erwähnten Luftelektrometers (oben S. 308) noch mit einer brennenden Kerze (ſtatt derſelben auch glimmender Zunder, brennender Schwefel ꝛc. benutzt werden kann) was deſſen Wirkſamkeit ungemein verſtärkte. Prechtl glaubte annehmen zu dürfen, daß die von der Flamme aufſteigenden Strömungen von Rauch und erhitzter Luft, ſammt denen daraus entſpringenden niederwärts getriebenen Lufttheis

len den größten Theil haben: an der durch dieſe Vorrichtung beobachteten ſtärkeren Elektricität. Obgleich dieſe Art von Elektricitäts-Erzeugung und reſpective Vermehrung allerdings gegründet iſt, ſo zeigten doch Schübler's hieher gehörige Verſuche: daß jene Zuleitungsverſtärkungen nur im Freien, aber nicht in Zimmern, Gebäuden ꝛc. bemerkbar werden; was doch, wenn das Erhitzen, Rauchbilden und Strömen ꝛc. den Hauptantheil habe an der Elektricitätsverſtärkung, dieſe auch in geſchloſſenen Lufträumen hätte zeigen müſſen. Vergl. Prechtl bei Gehlen a. a. O. 291 und Schübler bei Schweigger XIX. 10 ff. Auch bediente ſich Schübler nie des ſonſt empfindlichen Bennet'ſchen Elektrometer's: weil das Volta'ſche eine demſelben mitgetheilte Ladung länger behauptet, genauer nach Graden beobachtet werden kann, und ſich ſtarke Elektricitätsgrade, welche in der Luft ſo häufig vorkommen, leicht durch ſtufenweiſe weniger empfindliche Elektrometer auf das erſte Volta'ſche Fundamentalelektrometer zuruckführen laſſen; a. a. O. S. 11 ff. Verſieht man ein Bennet'ſches Elektrometer mit einem kurzen Leiter, ſo bemerkt man ſchon beim Auf- und Niederbewegen deſſelben in der Luft, wie Erman beobachtete (bei Gilbert a. a. O.) durch elektriſche Vertheilung zu Stande kommende Wechſel der + und — Elektriſirung; daß indeß dieſe Art Wechſel nur geringen Theil haben an jenen Elektricitätswechſeln, welche bei Niederſchlägen aus der Luft häufig ſchnell auf einander folgen, zeigte ſich in ſofern, als Schübler an dem mit Feuer bewaffneten Volta'ſchen Elektrometer (das übrigens auch bei der beſten Feuerbewaffnung minder empfindlich als das Bennet'ſche, darum aber gerade zu Luftbeobachtungen mehr geeignet iſt: weil es von zufälligen Elektricitätserregungen nicht leicht angeregt wird) bei ruhigem heiteren Wetter ſtets +E Ladung und nie eine —E-Divergenz erhielt, auch wenn er abſichtlich den Zuleitungsdrath widerholt abwärts bewegte, oder wenn auch ein abwärts blaſender Wind die kleine Flamme oder Rauchſäule abwärts wehete. Auch betrugen die beinahe blos bei wirklichen Niederſchlägen*) und Gewittern von S. beobachteten Abwechſelungen zwiſchen +E und —E nicht etwa einige Grade des Bennet'ſchen, ſondern (auch bei feſtſtehendem Zuleitungsdrathe) oft auf Hunderte von Graden des Volta'ſchen Elektrometers, zu deren Meſſung das erſtere, ſeiner zu großen Empfindlichkeit wegen, gar nicht mehr ausreicht.

---

*) Im März und April zeigten ſich dergleichen Wechſel an den Niederſchlägen am deutlichſten; gewöhnlich brachte jede neue Form der nacheinander folgenden Niederſchläge (Regen, Schnee, kleine Schloſſen, Schneegraupeln ꝛc.) eben ſo ſchnell die der vorhergehenden entgegengeſetzten Elektricität; manchmal genau von derſelben Stärke. Zuweilen verfolgte S. Stunden lang dieſe Abwechſelungen. Schweigger's Journal XIX. S. 13.

13) Bennet's (verbeſſertes Cuthberſon'ſche) Elektrometer, das ſtatt der älteren Einrichtung mit an feinen Silberdräthen hängenden kleinen Korkkügelchen zwei Streifen Blattſilber, oder beſſer Blattgold beſitzt, die vom Deckel in das cylindriſche Glas herabhängen, während an der innern Seitenwand des Glaſes nahe bis zu ſeiner halben Höhe und einander gegenüber: zwei ſchmale Stanniolſtreifen feſt geklebt ſind, deren untere Enden mit dem hölzernen Fußgeſtelle in Verbindung ſtehen. Dieſe Zinnſtreifen ſtehen den beiden Blattgoldſtreifen gegenüber, die mit ihren unteren Enden etwas über die oberen Zinnſtreifenenden in das Glas hinabreichen, ſo, daß wenn ſie möglichſt divergiren, ihre unteren Enden mit dieſen oberen Zinnenden nahe dieſelbe horizontale Ebene berühren. Rings um den Glascylinder, in der Gegend der oberen Zinnſtreifenenden, befindet ſich eine eingeätzte, oder eingeſchliffene Gradeintheilung, um einigermaaßen genau die Abſtoßungsferne (Divergenz) beider Blattgoldſtreifen ſchätzen zu können. Bedient man ſich ſtatt der Blattgoldſtreifen ſehr feiner, mit Leim oder beſſer mit Eiweiß geſteifter Fäden ohne Kugeln, oder überkleidet man die dergleichen mit Eiweiß getränkte Fäden mit Blattgold, während man die an deren untere Enden anzubringenden ſehr kleinen Hollundermarkkügelchen ebenfalls mittelſt Eiweiß vergoldet, ſo hat man ein ſehr empfindliches Inſtrument, dem der Vorwurf der Nichttragbarkeit (den man dem B'ſchen Elektrometer mit Recht machte) nicht entgegengeſetzt werden kann. Verſieht man hiebei den mittleren Deckel mit einem zweiten, ihn genau deckenden, der, wie jener, ebenfalls aus einer dünnen vergoldeten Meſſingplatte beſteht, die loſe aufliegend auf ihrer Unterfläche mit drei Schellaktropfen und auf der oberen Fläche, in Mitten mit einem Glasſtiel verſehen iſt, ſo hat man in einem alſo abgeänderten Blattgoldelektrometer zugleich einem Condenſator, deſſen Iſolatorzwiſchenſchicht aus einer dünnen Luftſchicht beſteht. Fügt man ferner noch einen Vertreter der oberen (mit dem gläſernen Mittenſtiel verſehenen) Scheibe hinzu, beſtehend aus einem unten ausgerandeten Schälchen: zum Auffangen von Regen, Schnee ꝛc., deſſen unterer zur leitenden Berührung des Deckels beſtimmter Metallrand mit einem größeren, mittelſt fettem Kitt angeklebten Wachstaffentrand verſehen iſt, der, etwas gegen den Boden geneigt, über den Deckel um einige Linien hinausragt, und ſo das Glas gegen Befeuchtung ꝛc. ſchützt, ſo wie endlich eine dergleichen zweite Scheibe, die in ihrem hohlen gläſernen Stiel das untere Ende eines ſtarken, mehrere Schuh hohen, oben in einer feinen, vergoldeten Spitze endenden, auf naſſem Wege verkupferten Stahldraths trägt, der gegen Schwanken geſchützt iſt: durch einen ſenkrecht zur Seite des Inſtruments aufzuſtellenden, hinreichend ſtarken, überfirnißten Stab (nach Art des Reiſeſtock-artigen Futterals des Volta'ſchen Luftthermometers) an deſſen Knopf ein Seitenſtäbchen horizontal herausragt, deſſen ringförmiges Ende den Stahldrath genau zu umſchließen und dadurch gegen das Schwanken zu ſchützen vermag, während es, ſammt ſeinem Ringe aus in Oel ausgekochtem, mit Seide überzogenen und darauf gut überfirnißtem Holze, oder beſſer aus gefirnißtem Elfenbein beſteht, ſo hat

man ein Luftthermometer, das in Abſicht auf Empfindlichkeit zwiſchen dem Volta'ſchen und Bennet'ſchen die Schwebe hält, beide hingegen an Dauerbarkeit übertrifft, zur Beförderung der E-Zuleitung in der Regel keines Rauches und keiner Flamme bedarf, und gleich dem Volta'ſchen Reiſe-Luftthermometer leicht transportirt werden kann. Auch kann man, wie bei dieſem, den Stahldrath aus zwei mehrere Fuß langen, mit ihren zugewendeten Enden an einander ſchraubbaren Stahldräthen verſehen, und dieſen auch, wenn man will, die Feſtigung auf den vom Knopfe befreieten Hohlſtab (dem erwähnten, Reiſeſtock-artigem hölzernen Futterale), ſo wie die untere Zwiſchenverbindung mit dem Feuerapparat beigeben, nur muß man dann für einen zweiten ſenkrechten Stab ſorgen: von der Länge des ganzen zuſammengeſchraubten und mit dem Futterale zu einem Längenkörper verbundenen Apparates, der oben, mittelſt ſeines Ringes, das obere Ende des Stahldraths umklammernd gegen Wind-Schwankungen ſchützt; während im erſten Falle der oben mit einer Bleiplatte verſehene Hohlknopf des Futterals, nachdem er abgeſchraubt worden, dem Elektrometer und dadurch den verbundenen Dräthen zur Baſis dient, die man nöthigenfalls noch in einen unten mit einer eiſernen Spitze verſehenen, oben offenen, hohlen, an den Seiten (zur Abhaltung des Roſtes) gefirnißten Blechcylinder ſtecken kann, der zuvor mittelſt ſeiner einigen Zoll langen unteren Spitze in die Erde geſtoßen und auf ſolche Weiſe gefeſtigt worden war. Bequemer beobachtet man jedoch, wenn das Inſtrument auf dem vom Knopfe befreiten Futteral feſtgeſchraubt worden, als wenn es ſich nahe dem Erdboden befindet. Um den geſtielten oberſten Deckel (die Scheibe oder Platte mit dem gläſernen Stahldrathträger) dem darunter befindlichen eigentlichen Deckel unverſchiebbar anliegen zu machen, dient ein gut gefirnißter Meſſingring, der ſo aufwärts geſchoben werden kann, daß er die Ränder beider Deckel umſpannt. Noch empfindlicher wird das Inſtrument, und in jedem Falle zugleich fähig: die Art der Elektricität (ob + E oder — E) zu bezeichnen, durch deren Zutritt die Divergenz hervorgebracht wurde, wenn man v. Bohnenbergers Elektrometer mit zwei aufrecht ſtehenden kleinſcheibigen Zamboniſchen Säulen und einem zwiſchen deren Knöpfen ſchwebenden übergoldeten Hollundermarkkügelchen, ſammt vergoldeten Faden, ſtatt des zuvor beſchriebenen wählt. Giebt man dem vergoldeten Faden eine Länge von 5 — 6 Zoll und wählt man ſtatt des Hollunder ein in Wachs ausgeſottenes und dann vergoldetes Korkkügelchen, und ſtellt man endlich zur Seite der Mitte der Bodenplatte einen ſenkrechten Glasfuß auf, der oben mit einem horizontalen Querbalken verſehen iſt, welcher genau in Grade abgetheilt den Zwiſchenraum von einem Säulenknopf zum anderen mißt, ſo wird man, bei hinreichend weit von einander abſtehenden Säulen, in den Stand geſetzt auch ſtarke Elektriſirungen genau zu meſſen. Der Querbalken kann aus Glas, oder auch aus gefirnißtem Elfenbein beſtehen, muß aber farbige Grad- und Zehntelgradſtriche haben, um auch aus der Ferne (z. B. mittelſt eines hinreichend klaren, achromatiſchen Taſchenteleſcops) geſehen werden zu

können; die teleskopiſche Beſchauung des Inſtruments, während ſeiner Luftprüfung, wird aber in allen Fällen erforderlich, wo man es für nöthig hält, den Verdacht von ſich zu entfernen: als hätte man während der Beobachtung, z. B. innerhalb ſchlecht leitender heiterer Bergluft, durch das E ſeines eigenen Leibes vertheilend gewirkt auf den Zuleiter des Inſtruments.

14) Ueber Nicholſon's Verbeſſerung des Bennet'ſchen Elektrometers ſ. Gren's (Gilbert's) Ann. d. Phyſ. I. 3. S. 251. Volta's Strohalmelektrometer beſteht, ſeiner Hülle nach, aus einem viereckigen gläſernen Gehäuſe, an deſſen eine Wand, zur Meſſung der Divergenz, ein eingetheilter Gradbogen mit dem Demant eingeſchnitten iſt. Volta's meteorologiſche Briefe; überſ. I. Leipz. 1793. 8. Ueber de Luc's Elektrometer; Deſſen Ideen üb. d. Meteorol. I. §. 394. Ueberſ. Berlin 1787. I. 306.

§. 218.

Aus der oben S. 301 ff. mitgetheilten tabellariſchen Ueberſicht leitet Schübler a. a. O. folgende allgemeinere Ergebniſſe ab:

1) Das Verhältniß der poſitiv zu den negativ elektriſchen Niederſchlägen zeigt durch die ganze Windroſe einen regelmäßigen Wechſel.

2) Die Niederſchläge ſind am häufigſten poſitiv elektriſch bei Nordwinden, am häufigſten negativ elektriſch bei Südwinden; bei Nordwinden ſind die + elektriſchen Niederſchläge ſelbſt etwas häufiger als die — elektriſchen; bei Südwinden ſind die Niederſchläge mehr als um das Doppelte häufiger negativ elektriſch.

3) Die 3 ſüdlichen Winde S., SW. und SO. zeigen im Gegenſatz der 3 nördlichen Winde NO., N. und NW. nahehin daſſelbe Verhältniß; bei den ſüdlichen ſind die Niederſchläge beinahe doppelt ſo häufig — elektriſch als bei den 3 nördlichen, in dem Verhältniß von 230:114.

4) Die öſtlichen und weſtlichen Winde ſtehen zwiſchen dieſen Extremen mehr in der Mitte, jedoch ſo, daß ſich die

3 öſtlichen Winde im Allgemeinen mehr den nördlichen, die 3 weſtlichen Winde mehr den ſüdlichen nähern. Die Elektricität iſt bei den weſtlichen häufiger negativ als bei den 3 öſtlichen, in dem Verhältniß von 161:133. (Beim reinen Oſtwind wurden zwar verhältnißmäßig mehr negativ elektriſche Regen beobachtet als beim reinen Weſtwind, dieſes dürfte jedoch blos zufällig ſeyn, da dem für die öſtlichen Winde auszumittelnden Reſultat überhaupt nur wenige Beobachtungen zu Grunde gelegt werden konnten).

5) Die Elektricität der ſämmtlichen Niederſchläge iſt häufiger negativ als poſitiv, in dem Verhältniß von 155 : 100.

6) Die mittlere Stärke (die Intenſität) der poſitiven Elektricität der Niederſchläge iſt dagegen größer als die der negativen in dem Verhältniß von 69 : 43.

7) Die Stärke der Elektricität der atmosphäriſchen Niederſchläge iſt ſowohl bei der poſitiven als negativen Elektricität am ſtärkſten bei den nördlichen Winden; ſie iſt im Mittel für beide Elektricitäten am ſtärkſten bei NO. und N.

8) Am ſchwächſten iſt die Elektricität im Mittel bei den 3 ſüdlichen Winden; die mittlere Stärke der Elektricität bei den 3 ſüdlichen Winden verhält ſich zu der Stärke bei den 3 nördlichen Winden = 39:75.

9) Bei den 3 öſtlichen Winden iſt die Elektricität im Mittel in dem Verhältniß von 72 : 48 ſtärker als bei den 3 weſtlichen. (Bei O. und SO. ergaben zwar obige Reſultate nur eine ſehr geringe Stärke, es konnten jedoch über Niederſchläge bei dieſen Windrichtungen überhaupt nur ſehr wenige Beobachtungen angeſtellt werden; ein einziges Gewitter von O. oder SO. würde ein entgegengeſetztes Mittelreſultat herbeigeführt haben).

10) Die mittlere Stärke der Elektricität aller poſitiv und negativ elektriſchen Niederſchläge, welche ſowohl bei nördlichen, ſüdlichen, öſtlichen, als weſtlichen Winden beobachtet wurden, war 53°; es kommt dieſes genau mit dem Mittel überein, welches ſich für die bei Weſtwinden fallenden Niederſchläge ergab.

11) Die Gegenſätze der + und — Elektricität treten am reinſten und ſtärkſten bei nördlichen und öſtlichen Winden hervor; die + und — Elektricität erreicht auch bei dieſen Windrichtungen nahehin dieſelbe Stärke. Weit weniger iſt dieſes der Fall bei den weſtlichen, und am wenigſten bei den ſüdlichen Winden; bei den letztern iſt im Mittel die negative Elektricität am ſchwächſten. Ihre mittlere Stärke iſt bei den 3 ſüdlichen Winden ſelbſt um das Doppelte ſchwächer als die poſitive Elektricität. — Die ſüdlichen Winde zeichnen ſich daher im Allgemeinen durch eine geringere Stärke aber größere Häufigkeit an negativ elektriſchen Niederſchlägen aus, die nördlichen durch größere Stärke und reinere Gegenſätze der poſitiv oder negativ elektriſchen Ladung.

12) Bei weitem die meiſten elektriſchen Niederſchläge ereigneten ſich bei Weſt-, die wenigſten bei Oſtwinden; für ihre mittlere Richtung erhält man aus dieſer Beobachtung nach Lambert's Formel, wenn S. mit 0°, W. mit 90°, N. mit 180° u. ſ. w. bezeichnet wird: 86°9′, alſo Weſt mit 4 Graden Abweichung gegen SW.

1) Der Grund dieſer Verſchiedenheiten der Elektricität je nach den Windrichtungen, bei denen ſich die Niederſchläge ereignen, ſcheint nach Schübler in Folgenden zu liegen: Beim Niederſchlag der in der Atmosphäre ſchwebenden Dünſte ſcheint ſich urſprünglich poſitive Elektricität zu bilden, negative Elektricität dagegen häufiger durch polariſchen Gegenſatz, durch elektriſche Vertheilung zu entſtehen. Nicht ſelten geſchieht es aber auch, daß mehr gleichförmig und ruhig fallende Regen ſogleich anfangs und ſelbſt Tage hindurch blos negative Elektricität zeigen. Die Entſtehung der negativen Elektricität der Regen ſcheint daher oft noch auf einem andern Grunde zu beruhen, wofür

auch das nach dieſen Beobachtungen ſich ergebende häufigere Hervortretende dieſer Elektricität mit geringerer Intenſität ſpricht. Wahrſcheinlich entſteht dieſe negative Elektricität nicht ſelten durch theilweiſes Verdunſten der herabfallenden Regentropfen; die einzelnen Tropfen bilden eine verdünſtende Baſis, welche während dem Herabfallen durch Verdünſtung, wie gewöhnlich, negativ elektriſch wird. Für dieſe Erklärungsart ſpricht ſehr die negative Elektricität, welche fein herabfallender Waſſerſtaub am Fuße von Waſſerfällen zeigt*). Die größere Häufigkeit der negativ elektriſchen Regen bei ſüdlichen Winden, und dagegen der poſitiv elektriſchen bei nördlichen, iſt vorzüglich dieſer Erklärung günſtig; bei ſüdlichen Winden ſtrömt die wärmere leichte Luft vorzugsweiſe in den höhern Schichten gegen Norden, während dagegen bei nördlichen Winden die kältere dichtere Luft der Erdoberfläche näher ſüdlich hinzieht, wobei die Wolken im Allgemeinen einen tieferen Stand beſitzen. — Es ergiebt ſich zugleich hieraus, daß wir aus einem negativ elektriſchen Regen oft mit Unrecht auf einen negativ elektriſchen Zuſtand der Wolken, aus welchen der Regen fällt, ſchließen würden; bei hoch ziehenden ſchwach poſitiv elektriſchen Wolken könnte es leicht geſchehen, daß ein Regen aus ſolchen Wolken erſt während ſeines Falls durch theilweiſes Verdünſten ſeiner Tropfen negativ elektriſch würde. Bei einer Reiſe durch die Schweizer-Alpen ſchien ſich, S. zufolge, dieſes wirklich ſo zu verhalten. S. fand den 10. und 11. Juli 1813 auf dem Rigi, in einer Höhe von 5140 par. Schuhen über dem Meere, den an dieſen Tagen fallenden Regen während 16, zu verſchiedenen Tagszeiten angeſtellten, Beobachtungen anhaltend negativ elektriſch; ſobald der Regen jedoch etwas aufhörte, zeigten ihm die Wolken ſelbſt, von welchen er ſich an dieſen Tagen oft dicht umhüllt befand, jedesmal poſitive Elektricität. Die größere Intenſität der Elektricität bei den nördlichen und öſtlichen Winden, und das reinere Hervortreten ihrer Gegenſätze ſcheint ſich vorzüglich aus der größeren Trockenheit der Luftſchichten zu erklären, welche im Allgemeinen bei dieſen Windrichtungen Statt findet, wozu denn zugleich das tiefere Ziehen der Wolken bei nördlichen Winden vieles beitragen kann; ihre Elektricität wird dadurch natürlich leichter und ſtärker auf unſere Inſtrumente einwirken können.

2) Jede Abweichung des **Windes** von der horizontalen Richtung, verwandelt denſelben in einem mehr oder weniger **elektriſchen**; weil er obere Luftſchichten nach unten (oder untere nach oben) treibend örtlich mehr beträchtliche Dichteänderungen der Luft hervorbringt (oder, nach **Prechtl**, der, mit **Franklin** ꝛc., nur eine Elektricität annimmt: weil niederſinkende Luft **negativ**, emporſteigende **poſitiv** elektriſirt wird**) als ſolches in der Regel bei dem

*) Vergl. oben S. 310.

) Vergl. **Prechtl am oben S. 312 a. a. O. Das Agens in den elektriſchen Erſcheinungen iſt nach P. **eine** feine elaſtiſche

horizontal wehenden der Fall iſt. Da die Abweichung von der horizontalen Richtung ſich jedoch ſelten ſehr beträchtlich zeigt, ſo iſt die dabei wahrzunehmende Elektricität gemeinhin ebenfalls nur unbeträchtlich; und da die ſchiefen Winde größtentheils von der Erde abwehen, ſo iſt ihre Elektricität auch meiſtentheils poſitiv. Zur Wahrnehmbarkeit der Windelektricität iſt übrigens eine trockne Luft erforderlich; weil ſie ſelten beträchtlich ausfallend in der feuchten Luft zu ſchnell verſchwindet, um bemerkt werden zu können. Die ſtärkſten Grade

---

Flüſſigkeit, die jedes ſinnlich wahrnehmbare Einzelding als Nimbus (elektriſche Atmosphäre) umgiebt, deſſen Dichte unmittelbar über der Erde am größten iſt, mit der Entfernung vom Erdmittelpunkte abnimmt und nur in jenen Regionen ſich in unabänderlicher Eigenthümlichkeit (in unvermehrter und unverminderter Größe) erhält, wo die Indifferenzpunkte der gegenſeitigen Weltkörper-Anziehungen gegeben erſcheinen. Jeder Körper auf der Erdoberfläche iſt mithin in den übereinander liegenden Schichten ſeiner ſenkrechten Dimenſion elektriſirt, aber die Elektricität jeder dieſer Schichten iſt, ſo lange ihre Entfernung von der Erde dieſelbe bleibt eine unwahrnehmbare (o E) oder, wie P. ſie nennt: eine abſolute. Iſt die Entfernung einer höheren Luftſchicht vom Mittelpunkt der Erde = d, ſo iſt die Dichte ihrer Elektricität gleich $\frac{1}{d}$ von jener der ſenkrecht unter ihr befindlichen niedrigſten, die Erdoberfläche berührenden Schichten; beide ſind durch unzählige Zwiſchengrade der Elektricitätsdichten getrennt. Würden die dieſen Zwiſchengraden der Dichte entſprechenden Elektricitäten gegeneinander in Wechſelwirkung kommen (was geſchieht: ſobald zwiſchen den Dichten zweier in Verbindung kommenden kein allmäliger Uebergang mehr ſtatt findet), ſo erſcheinen die dichteren immer poſitiv, gegen die Elektricität von geringerer Dichte, und umgekehrt; ſo daß die Elektricität einer beſtimmten Luftſchicht in Beziehung auf eine tiefere negativ, und zugleich in Bezug auf eine höhere poſitiv iſt; ꝛc. Siehe P. a. a. 282—286 u. oben S. 112. Die Hauptſchwierigkeit bei dieſer Anſicht iſt, meines Erachtens, die Erklärung des Uebergangs von + E und — E zu o E (Falls man den Nimbus jeder Körperſchicht ſolange für unabänderlich nimmt, als die Schicht ihre einmalige Erdnähe oder Erdferne behauptet) z. B. zwiſchen beiden Belegen einer geladenen Leidner Flaſche, oder zwiſchen 2 gleich hoch ſchwebenden geladenen Conductoren; oder umgekehrt: die Erklärung des Nicht-augenblicklichen Ueberganges von + E und — E zu o E, z. B. beim Aufwärtstreiben dichterer Luft in dünnere ꝛc.

Grade dieſer Elektricität zeigen ſich bei **ſenkrechten** Luftſtrömen; wie man am Elektrometer nachweiſen kann, wenn man es an warmen heiteren Tagen im Freien an ſolche Orte bringt, wo die Bewegung leichter Körper das Vorhandenſeyn eines Wirbelwindes anzeigen; es zeigt ſogleich ſtarke + E-Divergenz; P. a. a. O. 293.

3) Die Richtigkeit dieſer Beobachtung nicht bezweifelnd finde ich ſie jedoch im Widerſpruche mit folgender Bemerkung P's. „Daß Strömungen von Rauch die Elektricität nicht zuleiten, zeigen wohl die Gewitterbeobachtungen am beſten. Denn bis jetzt hat man den Fall nie beobachtet, daß der Blitz dem Zuge der Rauchwolken und der warmen Luft folge, die ſich aus den Rauchfängen erheben ꝛc.; a. a. O. S. 292. Da aber eine dergleichen Rauchſäule aufwärts ſteigend ſich mehr und mehr poſitiv elektriſirt, je höher ſie ſteigt, die ſtärkſte + E-Ladung jedoch nothwendig dort erhält, wo ſie ſich zu heben beginnt, und da Gewitterwolken, gleich allen übrigen Wolken: aus leichtbeweglichen Dunſtbläschen beſtehen, dieſe aber, gleich allen leichten Körperchen von elektriſirten Subſtanzen angezogen werden, ſo müßten beträchtliche Rauchſäulen allerdings zum Mittel werden können: die Wolken herbei zu ziehen (z. B. jene Rauchwolken, die täglich aus Londons Feuereſſen empor wirbeln: die größten Gewitterwolken), wenn dergleichen Wolken die entgegengeſetzte elektriſche Ladung darbieten. Indeß kann P. hierauf antworten: bevor es zum Niederziehen kommt, erfolgt an den Spitzen der Rauchſäulen ſchon die Entladung (o E-Bildung) und nur in dem Falle bleibt ſie aus, wenn die Gewitterwolken überhaupt, ſtatt (auch ohne jene irdiſche Ziehung) mit und unmittelbar nach ihrer Bildung ſich zu **ſenken** (**was** P's Anſicht gemäß, wo und wie es auch eintritt, ſtets zur Folge haben muß: **negative Elektriſirung** der Wolken) höher emporſteigen; weil ſie dann, wenn ſie nicht ſchon + E-Ladung hatten, dieſe ſteigend erhalten und in Folge derſelben vom nachwirbelnden Rauche abgeſtoßen werden*).

---

*) P. folgert aus ſeiner Anſicht, daß große unter der Wetterwolke angezündete Feuer Rauchſtrömungen verurſachen können, ſtark genug: um alle gegen die Erde gerichtete Gewitterentladungen und damit alle Wetterſchäden unmöglich zu machen; wenn erſteres überhaupt wünſchenswerth und dem Naturzwecke entſprechend wäre. — Ohngeachtet man bei großen Schlachten Zerſtreuungen im Entſtehen begriffener Gewitter beobachtet haben **will**, ſo zweifle ich doch daran, daß ſelbſt dergleichen umfangsreiche Gasmaſſen Aehnliches zu leiſten vermögen; ich vermuthe vielmehr: daß ſie das Gewitter zwar mehr zu heben und ſo in Luftſtrömungen zu bringen vermögen, die es auch in horizontaler Richtung örtlich mehr oder weniger verſchieben, hingegen ſeinen blitzſchwangern Stoff und mithin das urſächliche Moment deſſelben nur zu vergrößern im Stande ſind.

4) Nur jene Regen, deren Tropfen während ſie fallen ſich von Luftſchicht zu Luftſchicht vergrößern, d. h. die Landregen zeigen keine Ladungs-Elektricität, weil das, was an ihnen von E beim Fallen frei wird, in den Nebelbläschen der Luft ſogleich ſeinen Allverbreiter vorfindet; Regen hingegen, welche aus Wolken entlaſſen werden in Luft: leer, oder ſehr arm an Dunſtbläschen und an Waſſergas (trocken), müſſen nothwendig ſtets elektriſirt zur Erde gelangen, und eben ſo auch die Elektriſirung der wenigen, von ihnen nicht zerſtörten Nebelbläschen der Luft herbeiführen; vergl. oben S. 320.

5) Fallen mehrere dergleichen ſtark negativ elektriſche Regen (z. B. Strichregen aus hohen Wolken) nacheinander, ſo gehen die letzteren durch o E in + E-Ladung über; es finden dann nämlich die Tropfen der letztfallenden Regen ſchon Dunſtbläschen genug vor, um ſich, nach Art der Landregentropfen, durch dieſelben vergrößern zu können; dieſe Vergrößerung iſt aber verbunden mit Rückführung von Waſſergas zu Fließwaſſer, wodurch (mit der Wärme) + E frei wird, was nicht unwahrnehmbar werden kann, weil der Dunſtbläschen doch noch zu wenige waren, um die zum Verſchwinden des freien E nöthige Allverbreitung herbeiführen zu können.

6) Platzregen, welche bei ziemlich trockner Luft fallen, erſcheinen aus gleichem Grunde anfänglich — E-haltig, ſpäterhin aber nicht ſelten ſo reich an + E, daß ſie in Glasretorten aufgehen und erhitzt (kraft dieſer Ladung), der Beobachtung meines verſtorbenen Freundes Scheickel ſen. (weiland großherz. badenſch. Leibarzt und Geheimrath) zufolge: die Retorte zerſprengen. Aehnliche Gewitterregen erſcheinen oftmals aus gleichem Grunde leuchtend, und die Wirkung ſolchen Waſſers auf die Haut des Menſchen iſt höchſt erfriſchend und belebend; ſ. m. Arch. V. 196. Hinſichtlich des Inhalts vorſtehender Bemerkungen vergleiche übrigens auch oben S. 308—310.

§. 219.

Während die, ihren Bedingungen nach im Vorhergehenden beſchriebenen, fortlaufenden Beſtimmungen der wechſelnden Wärme-, Dehnungs-, Feucht-, Durchſichtigkeits- und Elektricitäts-Größen der Luft die Mittel darbieten: die Urſachen der gemeinſamen wie der einzelnen Luftveränderungen nachzuweiſen und in Form allgemeiner Geſetze der Meteorologie auszuſprechen, dienen die Meſſungen der Winde, der atmoſphäriſchen Verdampfungen und der atmoſphäriſchen Niederſchläge nicht nur dieſem Zwecke, ſondern zugleich auch dazu: die aus jenen abgeleiteten Fol-

gerungen zu prüfen und über deren Zuläßigkeit oder Verwerflichkeit entſcheiden zu laſſen. Daß unter dieſen letztbezeichneten Meſſungen die der Winde für den erforſchenden (theoretiſchen) Meteorologen, wie für den ausübenden (z. B. für den Wetterverkünder) von der größten Wichtigkeit ſind, ergiebt ſich aus §. 215 (S. 243 ff.) §. 216 (S. 298) und §. 217 (S. 301 ff.) zur Genüge, und eben ſo auch: daß ſie mit der am meiſten beſtimmten Sicherheit vollzogen werden können; denn die Regen=, Vergaſungs= und Luftfällungsmeſſungen vermögen ſchon darum nie zu jener Genauigkeit gebracht zu werden, welche z. B. bei dem Hauptheil der Windmeſſungen, bei den Beſtimmungen der Windrichtungen möglich iſt, weil hier beim Meſſen des Regens, Thaues ꝛc. ſo wie der Waſſerdampfung ꝛc. fortdauernd eben ſo häufige als unvermeidliche Störungen (Widerverdampfen eines Theils des Regens durch vorüberwehende Winde; des Thaues durch Winde und Wärmezuſtralung ꝛc.) eintreten, deren Wirkungen ſich nicht genau ſchätzen und viel weniger in Rechnung nehmen laſſen.

§. 220.

Näßt man einen Finger und hebt ihn empor in die freie Luft, ſo wird die an einer ſeiner Seiten (durch relativ ſtärkſte Waſſerdampfung) entſtehende fühlbare Kälte deſſelben die Richtung angeben, aus welcher der Wind bläſt. Eben ſo verrathen auch zuvor wohl ausgetrocknete, möglichſt frei beweglich in die Luft geſtellte, dünne, tannene Brettchen, durch Ausdehnungswechſel: nicht nur den Feuchtigkeitsgehalt der Luft, ſondern, wie v. Conyers bereits 1676 zeigte, auch beiläufig die Richtung des Windes, und laſſen dieſelbe unter Zuziehung eines Thermometers ziemlich richtig errathen; Abh. zur Naturgeſchichte, Phyſik und Oekonomie ꝛc. Leipzig 1780. 4. 242. Am genaueſten und ſicherſten wird jedoch der Wind beſtimmt, ſeiner Richtung nach (aus der er bläſt, und wonach man ihn benennt) mittelſt der

Windfahne (Anemoſkop). Dieſe muß mit einem leicht beweglichen Zeiger verſehen ſeyn, deſſen hinterer Theil ſchwer genug iſt, um dem vorderen (zeigenden) das Hebelgleichgewicht zu halten; auſſerdem muß ſie chemiſch unveränderlich (dort, wo ſie an- oder aufliegt keiner Roſtung, und überhaupt: nicht dem Verderben unterworfen) und gleichbleibend empfindlich ſich erhalten, wenn ſie leiſten ſoll, was man von ihr erwartet. Ueber Windfahnen, welche auch die Schiefe der Windrichtung anzeigen; ſ. Gilbert's Annal. VIII. 240. In Oertel's Windmeſſer iſt mit dem Zeiger, der die Windrichtungen parallel der Tangente des Horizonts angiebt, an demſelben Stabe gegeben: eine Vorrichtung zur Ermittelungd er Windſchiefe und Windſtärke; Voigt's Magaz. VI. 1. St. 89 ff. Zu Windesſtärkemeſſern (Anemometern) dienen gewöhnlich Vorrichtungen, die entweder durch Angeben der Höhe, bis zu der ein beſtimmtes Gewicht durch den Windſtoß gehoben, oder der Größe, bis zu der eine beſtimmte Laſt durch die Gewalt des Windes verſchoben wird, oder durch Zählung der Umdrehungen kleiner Windflügel, oder durch Pendelbewegung in beſtimmten, für alle Beobachtungen gleichbleibenden Zeiten, in allen 4 Fällen alſo durch den Stoß, den die bewegte Luft gegen einen ſich darbietenden Wiederſtand ausübt, die Stärke des Windes meſſen, indem derſelbe, wie jeder Stoß flüſſiger Maſſen, im zuſammengeſetzten Verhältniß dieſer Maſſen (im obigen Falle alſo der Luftmaſſe) und der Quadrate ihrer Geſchwindigkeit ſteht.

1) Vergl. W's Theorie und Gebrauch des hydrometriſchen Flügels ꝛc. Hamburg 1790. 4.: Deſſen Anemometer, das den Stoß des Windes an einem kleinen dreirädrigen, auf horizontaler Tiſchplatte geſtellten, mit einem ſenkrecht ſtehenden Brettlein verſehenen Wägelchen dadurch unmittelbar mißt, daß über das Brettchen hinaus eine Schnur mit Gewichten hängt, die vor dem Stoße auf dem Tiſche lagern; ſtößt der Wind gegen das Brettlein, ſo treibt er das Wägelchen ſo lange rückwärts, bis die durch ſolche Bewegung nach und nach empor gehobenen, nach einander der Schnur aufgereiheten Kugelgewichte, dem Stoße das Gleichgewicht halten; man zählt

nun die gehobenen Gewichte, ſummirt ſie und hat ſo den Zahlenausdruck für die Windesſtärke. Voigt's Mag. XI. 3. S. 106.

2) Da die Windmeſſer mit Flügeln nur die mittlere Geſchwindigkeit der Winde während der Dauer der Beobachtungszeit, hingegen nicht die wechſelnde Stärke der einzelnen Windſtöße angeben, und da jene, welche den Stoß des Windes gegen eine Fläche von beſtimmter Größe entweder, wie der ſo eben erwähnte, durch Anheben eines Gewichtes, oder wie die übrigen oben (im §. 220) gedachten, durch den Druck gegen eine Feder meſſen: nur die größte Wirkung der Windſtöße, aber nicht deren allmäliges Zu- und Abnehmen nachweiſen und in Rechnung nehmen laſſen, ſo verſuchte Schmidt es (Poggendorff's Ann. XIV. 59 ff.) dieſem letzteren Uebelſtande dadurch zu begegnen, daß er den Stoß des Windes durch den Ausſchlagwinkel eines Pendels maaß.

3) Oertel's Windmeſſer iſt Plagos- u. Anemoskop u. Anemometer zugleich, letzteres jedoch nur im unvollkommenen Grade; vergl. auch Käſtner's hieher gehörige Berechnungen in Voigt's Mag. St. 3 S. 84 ff. Kirchner's Windharfe, und mehr noch Bertan's einſaitige (aus einem im Freien geſpannten Metalldrath beſtehende) Wetterharfe, ſind zu Windmeſſungen gänzlich unbrauchbar; ebenſo auch Pfeifen, deren Klangſtärke zu gleichem Zwecke in Vorſchlag gebracht wurde. Ohngefähre Windſtärke-Schätzungen, wie dieſe und ähnliche Vorrichtungen ſie zulaſſen, gewähren auch, Lutz Beobachtung zufolge, die Bäume; Luftſäuſeln bewegt nämlich nur die Blätter, Luftwehen hingegen ſchon die Zweige ſammt den Blättern, Luftwogen auſſerdem noch die Aeſte und Stürme entwurzeln Bäume. Zu den vorzüglicheren älteren Anemometern gehört das Bouguer'ſche. Nollet: Art. des experiences III. 62. Lampadius bedient ſich zur Windmeſſung ebenfalls phyſiſcher Pendel, in Form gleichgroßer, ungleichdichter Kugeln, welche an gleichlangen und gleichgearteten Fäden um ihren Aufhängepunkt freibeweglich hängen. Wenn die Korkkugel an ihren Fäden ſchon auf 30 bis 40 Grad von der ſenkrechten Schwebe abgetrieben wird, ſo hängt eine eben ſo große Bleikugel noch unbeweglich; es zeigt die Vorrichtung alſo auch das wachſende Zunehmen, ſo wie das Abnehmen des Windes; L's Atmosphärologie §. 261 S. 174 ff. Ueber Dahlberg's Anemometer; Rozier's Journ. Juni 1781. Wilke's Anemobarometer; Neue Schwediſche Abh. III. 85. Lomonoſow's und Zeiher's Anemometer; Comment. petrop. nov. II. 128 und X. 302.

4) Das Luftſäuſeln hat ſelten eine Geſchwindigkeit über 3—6 Fuß in der Secunde; Luftwehen ſetzt ſich hingegen in eben ſo großer Zeit durch einen Raum von 6—12 Fuß fort; beim Luftwogen iſt die Secundengeſchwindigkeit ſchon 13—30 Fuß und beim Sturme mindeſtens 30—31. Die beſtändigen Winde (oben S. 249) haben meiſtens eine gleichförmige und nicht ſehr ſchnelle Bewegung; öfters reicht ihre Secundengeſchwindigkeit nicht über 12 Fuß

hinaus. Bei den unbeſtändigen hingegen iſt ſie in der Regel merklich größer, nicht ſelten 80 Fuß erreichend; Kraft fand die Geſchwindigkeit eines heftigen Sturmes gleich 123 Fuß (Comment. petrop. XIII.) und Rochon gar gleich 150 Fuß (Voyage à Madagascar. à Paris 1791) Windsbraute und Orkane entwurzeln mitunter beträchtliche Wälder und zerſtören ganze Gegenden; oben S. 298. Auch iſt es nichts Ungewöhnliches, daß Wirbelwinde ſchwere Körper in die Höhe reißend auf große Strecken hinaus entführen. — Die heftigſten Bewegungen der atmoſphäriſchen Luft dürften ohngefähr 10mal langſamer ſeyn, als die Geſchwindigkeit des Schalles und nahe 86mal ſchneller als jene der Wellenbewegung des Waſſers; m. Experimentalphyſik II. 357 ff.

§. 221.

Windfahnen führen im Munde des Volkes, vielleicht ſchon ſo lange ſie im Gebrauche ſind, auch den Namen Wetterfahnen, und, wie aus dem Inhalte von §. 214 und 215 (beſonders aus den Bemerkungen S. 251 u. ſ. f.) ſich ergiebt — mit vollem Rechte; denn ſie ſind, wohleingerichtet und zweckmäßig aufgeſtellt, die untrüglichſten Verkünder des nächſt bevorſtehenden Wetters. Sollen ſie aber ſolches leiſten, ſo muß weder der zurückgeworfene, noch der durch Einengen und Wiedererweitern abgeänderte, ſondern nur der frei und ungehinderte wehende Wind auf ſie einzuwirken vermögen. Es ſind daher die Windfahnen in ſolchen Höhen aufzuſtellen, daß ſie vom abprallenden, und nach der Einengung ſich wieder ausweitenden Winde, wo möglich gar nicht getroffen werden können. In den Städten ſind es daher die höchſten Thürme, welche zur Aufſtellung richtig weiſender Windfahnen ſich am beſten eignen. Gegen das Aufſitzen der Vögel, das nicht nur ihre Beweglichkeit mindert, ſondern auch laſtend Verbiegungen und Störungen des (zwiſchen Zeiger und Gegengewicht ſtatt habenden) Hebelgleichgewichts bewirken kann, gegen dieſe Art Wirkungshinderniß ſchützen am beſten: hinreichend nahe aneinander gereihete, kleine Spitzen (ſtählerne, durch etwas in Waſſer gelöſtes ſchwefelſaures Kupfer mit metalliſchem Kupfer überzogene, oder eiſerne überzinnte Stacheln). Zur Erfor-

ſchung der wahren Richtung des Windes genügt es jedoch bei ſtarkem Wehen nicht: den Zeiger nur Augenblicke hindurch zu betrachten, ſondern man muß ſolcher Beſchauung längere Zeit widmen; weil Windſtöße die ſehr bewegliche Fahne weiter umſchlagen machen, als ſie der Richtung des Windes gemäß ſollte; bei fortdauerndem Schwanken derſelben, muß man wenigſtens ſuchen des Zeigers mittlere Richtung zu erſehen. Wünſcht ein von der Höhe und freien Lage ſeiner Wohnung begünſtigter Beobachter nicht nur gemächlicher und genauer, ſondern auch zu jeder beliebigen Stunde der Nacht die Richtung des Windes zu kennen, ſo darf er nur die ober dem Dache ſeines Hauſes anzubringende Windfahne an der vertical ſtehenden Axe oder Spindel feſtigen, dieſe dann bis in ſein Beobachtungszimmer fortführen und ihr Ende mit einem Getriebe verſehen laſſen, welches in ein gezahntes Rad greift; der an der Axe dieſes Rades angebrachte und über die an der Decke oder der Wand des Zimmers gezeichnete Windroſe ſich bewegende Zeiger, giebt dann, wenn ſonſt die verticale Axe der Windfahne möglichſt freibeweglich iſt, die Richtung des Windes im Zimmer an; Schön a. a. O. 240 ff.

1) Schon Hook legte der Londoner Societät die Idee zur Errichtung eines Anemometrographen vor; Landriani kam faſt hundert Jahre ſpäter auf denſelben Gedanken, ließ ihn in Mailand ausführen und beſchrieb die Vorrichtung; vergl. Voigt's Magaz. XI. 2. St. 163 und 3. St. 93 ff. Landriani kam auf den Gedanken, indem er bei mehrjährigen Beobachtungen fand: daß bei Tagesanbruch, beſonders wenn die Sonne eben anfängt nach einer ſchiefen Richtung den Horizont zu beleuchten, in der unterſten Schicht des Luftkreiſes ein Luftſtrom entſteht, deſſen Richtung ſehr ſelten mit jener übereinſtimmt, welche in der ganzen übrigen Atmosphäre und den ganzen Tag über herrſcht. Um nun die Richtung dieſes Frühwindes, ſo wie jene des während der Mittagsſtunden wehenden Luftſtromes, auch in Abweſenheit des Beobachters zur Kenntniß deſſelben zu bringen, verſah L. die verticale Eiſenſtange der Windfahne des Mailänder Obſervatoriums, die dadurch genau lothrecht erhalten wurde: daß ſie oben (auſſer dem Dache) in einem ſtählernen Ringe, unten (im Zimmer) hingegen, mit einer ſtumpfen Stahlſpitze in eine ſtählerne Pfanne lief, dem im Zimmer befindli-

chen Theile nach: mit meſſingenen Ringen, die zur Seite mit Hülſen verſehen waren, um Stäbe aufzunehmen, welche an ihren abſtehenden Enden mit ſenkrechten Zeichenſtiften verbunden wurden, deren untere Spitzen in Bewegung geſetzt, Linien zogen, welche, dadurch daß ſie ausblieben, Zeit und Richtung des Windes auf dem darunter befindlichen Papier angaben. Jene Stäbe wirkten nämlich dabei wie Hebelarme, die durch mit der Stange verbundene Octanten gedrückt, den an ihrem Ende befeſtigten Zeichenſtift heben, der, da er jetzt nicht mehr auf der Stundenſcheibe aufſteht, ſelbige auch ſo lange nicht bezeichnen kann, als derſelbe Wind zu blaſen fortfährt ꝛc. Eine Abbildung dieſer ziemlich zuſammengeſetzten Vorrichtung findet ſich a. a. O. auf Taf. III. daſelbſt.

2) Ob eine Windfahne auch noch richtig zeige, kann man durch fleißige Vergleichung ihrer Richtung mit jener der niedrigſten Wolken erfahren; die höheren folgen zuweilen einem entgegengeſetzten, oder doch einem vom untern ſtark abweichenden Winde, und zwar gewöhnlich nur: wenn Wetterveränderung bevorſteht. „Solange dagegen z. B. der feuchte Weſt- oder Südweſtwind bei regneriſcher Witterung in Uebereinſtimmung mit den höheren Wolken ſeine Richtung beibehält, ſo lange iſt auch auf die Beſtändigkeit des obgleich ſchon eingetretenen, ziemlich beſſern Wetters nicht zu rechnen.“ Schön a. a. O. 242.

3) Auch die Anemometer müſſen, ſo viel als irgend thunlich gegen Rückprallwinde geſchützt ſeyn, wenn ſie nicht irrige Ergebniſſe gewähren ſollen. Leslie's weiter unten zu beſchreibendes Atmometer kann auch als Windmeſſer benutzt werden, indem der ſchneller bewegte Wind auch größere Verdunſtung und größere Abkühlung zu Wege bringt, als der leiſe wehende; und wirklich hat L., in ſeinem „kurzen Bericht von Verſuchen, die ſich auf das Verhalten der Luft zur Wärme und Feuchtigkeit beziehen,“ überſetzt von H. W. Brandes (Leipz. 1823.) S. 37—38 den Gedanken ausführlich entwickelt: die Geſchwindigkeit des Windes aus der Größe der Abkühlung zu ermeſſen; ein Gedanke, auf den ihn vielleicht die oben erwähnte Windprüfung mit genäßtem Finger brachte, deren die Matroſen ſich bedienen, wenn der Wind zu leiſe weht, um die Wimpel zu ändern, oder wenn die Frage beantwortet werden ſoll: ob vorhandene Windſtille aufzuhören beginnt. Kann man zwei Thermometer gleichzeitig ſo beobachten, daß das eine gegen den wehenden Wind geſchützt nur die Temperatur der Luft angiebt, während das andere dem freiwehenden Winde ausgeſetzt deſſen Abkühlungseinwirkung erfährt, ſo wird die Differenz beider Angaben die Stärke des Windes ausdrücken. — Man wird dabei jedoch, wie bei allen Lufttemperaturbeſtimmungen, nicht unterlaſſen dürfen: den Einfluß der Stralwärme, ſo viel wie möglich, zu beſeitigen. Letzteres geſchieht entweder, indem man dieſe Wärme von dem Thermometer abhält (z. B. nach Flaugergues Vorſchlag: indem man es in einen, an der innern und äuſſern Seite mit Silberpapier

überzogenen Cylinder von $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer und 8″ Höhe ſteckt, ſo daß die Luft zwar freien Zugang behält, die von benachbarten Körpern zuſtralende Wärme aber faſt gänzlich zurückgehalten wird) oder indem man die Größe derſelben mißt und in Abzug bringt. Letzteres geſchieht nach Leslie am beſten: indem man jene Kugel ſeines Differentialthermometers (oben S. 131), welche der Schwefelſäure zum Behälter dient, mit dickem Silberpapier überzieht. L. nennt ſein alſo verändertes Differentialthermometer: Pyroskop; die metalliſch glänzende Oberfläche deſſelben wirft die einfallende Wärme (oder Feuerſtralen) größtentheils zurück, während die unbedeckte Glaskugel ihrer vollen Wirkung ausgeſetzt bleibt, und die Flüſſigkeit in der Röhre zum Sieden bringt.

4) Fügte man eine hinreichende Anzahl ſtarker vertical zu ſtellender Glasſcheiben, mittelſt paſſender Vorrichtung ſo, daß ſie eine Art Fächer bilden, deſſen Scheiben in einen Hohlcylinder zuſammenlaufen, ſo daß zwiſchen je zwei Scheiben ein etwa 2 Zoll breiter Raum bliebe, beſtimmt um ein Leslies'ſches, oder Schmidt'ſches *) Differentialthermometer aufzunehmen, deſſen dem Hohlcylinder und damit der Axe des Fächers zugewendete Kugel verhüllt (geſchirmt) würde, ſo wäre man dadurch in den Stand geſetzt, nicht nur die Stärke des Windes, ſondern auch die Richtung deſſelben thermometriſch zu beſtimmen, und das Thermometer bewährte ſich dann auch für die Anemometeore als für alle zugehörige Beſtimmungen ausreichendes Inſtrument **).

5) Daß Richtung, wie Stärke des Windes, auch bei barometriſchen Höhenmeſſungen nicht unbeachtet bleiben dürfen, zeigten ſchlagend H. W. Brandes Berechnungen der Höhe des

---

*) Schmidt's und Howard's Differentialthermometer enthält ſtatt Luft: Alkohol- oder Aethergas und iſt dadurch weit empfindlicher als das Leslie'ſche (oder als das von letzterem nur durch längere Zwiſchenröhre und kürzere Kugel-tragende Röhren verſchiedene Rumford'ſche), weil die Erwärmung einer der Kugeln nicht nur Ausdehnung des vorhandenen Gaſes, ſondern zugleich auch das Entſtehen einer neuen Menge deſſelben bewirkt; aber es läßt ſich nicht gleich einem gewöhnlichen Thermometer graduiren, ſondern giebt die Wärmeänderungen nur im Allgemeinen an.

**) Die Kugeln dieſer Differentialthermometer würde man hiebei vielleicht am beſten, Ritſchie's Vorſchlag gemäß, aus Metall (ſtatt Glas) beſtehen laſſen; weil dann die Kugelwände dünner ſeyn können und die gute Wärmeleitung des Metalls die Empfindlichkeit des Inſtruments beträchtlich erhöhen würde.

Gotthard's über Padua und über Genf. Erſtere fiel größer aus, berechnet aus Barometerſtänden bei SO. und kleiner aus denen bei NW.; letztere umgekehrt „größer" bei NW. und kleiner bei SO. Vergl. oben S. 131.

6) Mit den oben (S. 327) §. 221. erwähnten wirklichen mittleren Windesrichtungen muß nicht verwechſelt werden jene von Schouw (und Andern) berechneten und zu der S. gelangte, als er nach Lambert's Formel, aus der Dauer und Stärke der innerhalb längerer Zeit an mehreren Orten herrſchenden Winde, die mittlere Richtung derſelben berechnend, fand: daß im nördlichen Europa die weſtlichen (W., NW. und SW.) Winde über die öſtlichen (O., NO. und SO.) vorherrſchen, daß dieſes aber vom atlantiſchen Meere gegen das Innere des Continents hin abnehme, während nahe an jenem Meere die weſtlichen Winde eine mehr ſüdliche Richtung erhalten, welche gegen das Innere des Landes in der Art W. oder NW. wird: daß von Weſten gegen Oſten hin die Windesrichtung immer mehr nördlich ſich zeigt. Im weſtlichen Europa hingegen folgen die Weſtwinde im Winter mehr einer ſüdlichen, im Sommer mehr einer nördlichen oder gerade weſtlichen Richtung; eine Folge, die ſich im öſtlichen Europa nicht zu behaupten ſcheint. Vergl. oben S. 252 ff. und 272 u. f. Ueberall, wo zwei entgegengeſetzte Luftſtröme andauernd gegen einander wirken, wird es gewiſſe Zeiten hindurch, nach den Seiten hin zum theilweiſen Vorwalten des einen oder des andern Windes kommen müſſen; ſ. oben S. 278 u. f.

§. 222.

Fiele das im tropiſchen Himmelsſtriche vorhandene gaſige Waſſer plötzlich als tropfbares zur Erde, ſo würde es den Boden um beiläufig 9 Zoll hoch bedecken; in der gemäßigten Zone wird unter gleichen Umſtänden die Bedeckung kaum die Hälfte jener Höhe erreichen. Die Menge des fallenden Regens mißt man mittelſt der Regenmeſſer (Ombrometer), d. i. durch trichterförmige Auffanggefäße, deren Inhalt beſtimmt wird: durch vorangegangenes Ausmeſſen mit Regenwaſſer von mittlerer Reinheit, z. B. mit Landregenwaſſer: aufgefangen nach Ablauf der erſten 8 — 12 Stunden, oder durch Auswägen. Dergleichen Regenfänger müſſen geſchützt ſtehen gegen Einfallen von Staub und directes Gegenwehen der Winde; gegen Einſtralen des ſüdlichen Sonnenlichtes und gegen Wi-

verſchwingen der durch die Sonne an nördlichen Mauern (ꝛc.) entſtandenen, der Zurückwerfung unterliegenden Licht- und Wärmeſtralen. Viel kommt hiebei an: auf die Höhe, in der man den Regen auffängt; ein auf dem Dache des Wohnhauſes errichtetes Ombrometer zeigt weniger Regen an, als nahe der Ebene der Soole des z. B. 4ſtöckigen Hauſes (oben S. 205) und noch merklich weniger, als ein in der Straße, auf deren Boden angebrachtes, weil hier der Wind weniger mächtig iſt und daher weniger ſchief die Regenſtralen treibt, als auf dem höheren Dache. Nach Anderſon drücken die obenſtehenden Zahlen nachfolgender Tafel die in Zollen ſenkrechte Höhen jährlicher Regenmengen unter dem Aequator, = 0° Breite, und unter den neben dieſer Breite aufgeführten Breiten aus:

Regenmengen	73	69	59	47	35	25	19	14	12	11,5
Breiten	0°	10	20	30	40	50	60	70	80	90

Ueber die relative Gleich- oder Naheſtellung der jährlichen Regenmengen innerhalb der gemäßigten Zone, vergl. oben S. 202. Anderweiten Beobachtungen zufolge fällt jährlich an Regen, zu:

Petersburg	16 par.	Zoll hoch;	Plymuth	30	engl. Z.
Wittenberg	17 (?)	— —	Madrira	31	—
Berlin	20 (?)	— —	Zürich	32	—
Paris u. Rom	20	— —	Middelburg	33	rhein.
Edinburgh	22	— —	Piſa	34	pariſ.
Harlem	24	— —	London	35	—
Ulm	26	— —	Lion, Padua	37	—
Haag, Delft ꝛc.	27	— —	Lancaſter	41	—
Upminſter	29 engl.	— —	Charleſtown	51	—

Zu Dortrecht ſoll die Menge 40 rheinl. Höhenzoll (?), zu Utrecht hingegen nur 24 rhein. Zoll betragen. Vergl. oben S. 201 und 202 ff. Auſſerordentliche Regenmenge zu Bergen in Norwegen; Gilbert's Ann. XXV. 326.

Ueber Unterſchied der Regenmengen nach den Höhen und größere Regenmenge in niedrigen Gebirgsgegenden; a. a. O. XXXI. 87 und LXIV. 102.

1) Seit der Mitte des 17ten Jahrhunderts hat man angefangen, mittelſt der Hyetometer die Menge des Waſſers zu meſſen, die jährlich in Form von Regen und Hagel, Schnee, Reif und Thau zur Erde fällt; vergl. Bergman's phyſik. Erdbeſchr. 118. und Hemmers Descript. instrum. Soc. Meteorolog. Palat. Manh. 1782. Howard's Verſuche mit zwei Udometern (Regenmeſſern) in verſchiedenen Höhen; Gilbert's Ann. XLI. 417 ff. De la Rochefoucault's Regenmeſſer, beſtehend aus zwei Glasröhren, jede 4½ Fuß lang und genau 1 Zoll weit, die unten verſchloſſen und oben offen, aber mit keinem Trichter verſehen waren. Sie ſtanden in 12 Fuß horizontaler und 7½ Fuß verticaler Entfernung von einander, und waren jede mit einem hölzernen Kaſten umgeben, der bis zur Erde herunter gieng. Oben war der Kaſten mit einer Bleiplatte bedeckt, die eine Oeffnung hatte: genau ſo groß, wie die Mündung der Röhre. Eine Thüre an der Seite des Kaſtens wurde täglich einmal geöffnet, um die Höhe des Waſſers in der Röhre, die nach Zoll und Linien eingetheilt war, zu beobachten. Beide Apparate ſtanden in einem verſchloſſenen Garten, in gleicher Entfernung von höheren Gegenſtänden und in gleicher Lage gegen ſie. Da jedoch das Regenwaſſer immerfort in den Röhren blieb, ſo gaben die Beobachtungen keine reinen Reſultate, ſondern nur ſolche, an welchen die Wiederverdampfung Antheil hatte; indeß zeigte ſich hier, daß des Waſſers Menge vom 1. December 1808 bis 1. Mai 1809 in der oberen Röhre ſtets größer war, als in der unteren, wiewohl ſich ſchon vom 11ten December an die Mengen beider Röhren mehr und mehr näherten; noch auffallender wurde dieſe Näherung vom 1ſten Mai an (mit zunehmender Jahreswärme). Dann ſchlug ſie in das entgegengeſetzte Verhältniß über, und erhielt ſich ſo bis zu Ende der Beobachtungen, d. i. bis zu Ende Juni, wo nach einem heftigen Regen das Waſſer in der unteren Röhre 1 Zoll 9 Linien höher ſtand, als in der oberen. Erwägt man, daß dieſe Röhren, vermöge ungleichen Höhenabſtandes ungleichen Einfluß der Erdſtralwärme und des Windes und damit der Bethauung erleiden mußten, und daß mithin auch die Verdampfung in beiden Gefäßen ſehr ungleich, im unteren wahrſcheinlich am ſtärkſten war, ſo hören obige Beobachtungsergebniſſe auf im Widerſpruch zu ſtehen mit dem a. a. O. S. 424 ff. u. oben S. 202 Bemerktem. Uebrigens ergab ſich aus Schübler's hieher gehörigen Beobachtungen (K. VI. 355 ff.), daß bisweilen auf Gebirgshöhen oder in gebirgigen Gegenden, beſonders wenn ſie mit Bäumen dicht beſetzt ſind (mittelſt Zerſetzung des Wolkenwaſſergaſes durch die Bäume) Regenentladungen vorkommen können, die beträchtlich überbieten jene Regenmengen, welche in gleichen Zeiten den niederen Ebenen zu Theil wurden; es ſcheint, daß dieſe Ausnahmen von der Regel ſtets ſtatt haben werden, ſofern

waldbedeckte Gebirge ihnen nahe kommende und ſie eine Zeit hindurch umhüllende Gewitterwolken dem größeren Theile ihres Waſſergehaltes nach entladen; bewegen ſich dann die Wolkenreſte von Gewitterwinden getrieben ſeitwärts und gelangen ſie zu Luftſchichten ſenkrecht über tieferen Ebenen, ſo werden ſie gegen dieſe nur noch wenig Waſſer zu entlaſſen vermögen. Uebrigens beweiſen Schübler's Beobachtungen klar: den Nutzen der mit Regenmeſſern angeſtellten Beobachtungen; denn ſie zeigten: daß die im Herbſt 1824 für das ſüdweſtliche Deutſchland ſtatt gehabten großen Ueberſchwemmungen ſich hinlänglich erklären ließen: aus den gefallenen Regenmengen, und daß das um jene Zeit an verſchiedenen Orten beobachtete Hervorbrechen neuer Quellen (welche ſpäterhin zum Theil wieder verſchwanden) dem von den Höhenzügen der Gebirgskämme eingeſogenen Waſſer zuzuſchreiben ſey.

2) Das einfache Ombrometer beſteht aus einem pyramidenförmigen metallenen Trichter, deſſen obere den Regen auffangende Fläche genau 1 par. Quadratfuß groß iſt, und deſſen Seitenflächen bis zu einer kleinen unterſten Oeffnung zuſammenlaufen, um das einfallende Waſſer möglichſt ſchnell und um ſo viel als thunlich Wiederverdampfung zu vermeiden, zu dem Gefäße zu führen, in deſſen Mündung der Trichter geſteckt worden. Letzteres dient entweder nur als einſtweiliger Waſſerabſchließungsbehälter (z. B. eine Flaſche, ein Krug u. dgl.) oder als meſſender Waſſerſammler; im erſteren Fall wird das angeſammelte Waſſer durch andere, nach Erforderniß größere oder kleinere Hohlwürfelgefäße (3, 2 oder 1 Cub. Zoll haltend) gemeſſen uud die Summe der erhaltenen Cubikzolle durch 144 dividirt, um ſo die Höhe der auf die oberſte Fläche des Trichters gefallenen Regenmenge zu beſtimmen; im letzteren Falle hat die Grundfläche des Gefäßes einen bekannten Flächenraum, und deſſen gläſerne Wände ſind nach der Höhe genau eingetheilt, oder es iſt ſtatt deſſen die Glaswand des Gefäßes genau in par. Linien abgetheilt, um daraus die Höhe des auf jene beſtimmte Grundfläche gefallenen Regenwaſſers erſchließen zu können. Das, wegen Veränderlichkeit des Eigengewichts des Regenwaſſers, deſſen unmittelbare Meſſung richtiger ſey, als die von David vorgeſchlagene Verwandelung des gefundenen abſol. Gewichtes des geſammelten Waſſers in par. Cubiklinien, z. B. auf eine Quadratlinie, hat ſchon Wolf bemerkt (Schön's Witterungskunde. S. 6 f.). Man ſtellt das Ombrometer übrigens in geringer Höhe vom Boden auf, und giebt, bei Mittheilungen der Beobachtungsreſultate, den Abſtand dieſer Höhe von Meeresfläche, ſo wie geographiſche Breite und Länge des Ortes genau an. Vgl. Schön bei K. X. 217. — Desgl. Hermann's verbeſſerter Wind-, Regen- und Trockenheitsbeobachter. Freiberg und Annaberg. 1789. 8.

3) Zum Auffangen des Schnee's dienen ähnliche Vorrichtungen, am beſten die oben §. 220 bezeichneten; nämlich quadratiſche, oben offene Behälter mit hohen Rahmen, deren Höhe in Zolle und

Linien abgetheilt iſt. Man mißt zuvörderſt die Höhe des gefallenen Schnees, wiegt dann den zuvor bei 0° R. tharirten Schneemeſſer (deſſen Thara ein für allemal bei der bemerkten Temperatur beſtimmt und an der Vorrichtung bemerkt worden iſt) und erhält hiemit a) das abſolute Gewicht des den Schnee bildenden Waſſers und b) durch leichte Berechnung die Dichte des Schnees im Verhältniß zum Waſſer (dieſes = 1,0000 geſetzt) und zur Luft, dieſe im Mittel 800mal leichter als die Luft annehmend. Wollte man den Schnee zuvor ſchmelzen und zuſammenfließen laſſen, ſo würde man ohnfehlbar mehr oder weniger Verluſt erleiden durch's theilweiſe Verdampfen.

9) Thau-, Reif- und Nebelthau- (näſſenden Nebels-) Meſſungen ſind wegen ſtatthabender Widerverdampfung noch weniger ſicher durchzuführen, als die Regenmeſſungen. Ein Glastafelnhygrometer, deſſen Tafel durch Gegengewicht tarirt iſt, oder beſſer eine zuvor gewogene und nach der Bethauung (Bereifung, Belegung mit Glatteis ꝛc.) wieder gewogene Glastafel, ausgeſtellt mit Rückſicht auf das oben S. 328 Bemerkte; führt noch am beſten zum Ziele. Ueber Thaumeſſer, oder Droſometer, vergl. auch Dan. Perlicii, et Joh. Gottl. Weidleri Dissertatio meteorologica exhibens novum Drosometriae coriosae specimen. Vittenb. 1727. 4. und Lichtenberg im Götting. Taſchenb. 1792. S. 154. — Alle dieſe und ähnliche Vorrichtungen müſſen unter freiem Himmel ſo aufgeſtellt werden, daß ihre oberen Ränder (beim Ombrometer mithin auch deſſen obere Regenfangfläche) genau horizontal von der aufliegenden Luft begrenzt werden.

§. 223.

Zum Verdampfungs- oder Verdünſtungsmeſſer (Atmometer, Atmidometer) dient gewöhnlich ein bis zu einer gewiſſen Höhe mit Regenwaſſer gefülltes Gefäß von bekanntem Cubikinhalt, deſſen Regenwaſſer nahe die Temperatur der umgebenden Luft hat und das geöffnet der Einwirkung der Sonnenwärme ausgeſetzt wird; eine Skale läßt nachweiſen: bis zu welcher Tiefe das Waſſer im Gefäße innerhalb einer beſtimmten Zeitdauer geſunken iſt. Nach beendeter Beobachtung erſetzt man das verdampfte Waſſer im Gefäße bis zur vorigen Höhe; der beigegebene Regenmeſſer zeigt die für die Zeit, in der es regnete, nöthige ſubtractive Correction. — Leslie's zuvor (oben S. 328) erwähntes Atmometer beſteht aus einem dünnen,

poröſen, irdenen, kugelförmigen Geſchirre, von 2 — 3 Zoll Durchmeſſer, das in einen engen Hals ausmündet, der durch eine lange und ziemlich weite, luft- und waſſerdicht befeſtigte, lothrecht eingefügte Röhre ausläuft, die nach einer einfachen Rechnung in 100 oder 200 ſolcher Raumtheile (vom Ende der Röhre abwärts) getheilt iſt, ſo daß jeder der Raumtheile einer Schicht entſpricht, welche genau ſo viel beträgt, als eine die äuſſere Kugelfläche $\frac{1}{1000}$ Zoll dick bedeckende Waſſerſchicht. An dem Ende der Röhre iſt ein metallener Deckel mit einem ledernen Halſe angebracht; dieſer wird, nachdem das kugelige Gefäß ſammt der Röhre mit deſtillirtem Waſſer gefüllt worden, feſt zugeſchraubt, damit der Luftdruck abgehalten und ſolchergeſtalt ein zu ſtarkes, bis zum Herabtropfen fortſchreitendes Durchſchwitzen des Waſſers (durch die Thonporen) verhütet werde. Das Sinken des Waſſers in der graduirten Röhre zeigt an, um wieviel Waſſer ausgeſchwitzt und verdampft iſt. Leslie a. a. O. S. 84 und Schön bei K. X. 219 ff.

1) Bei ſtiller Luft, bemerkt Leslie, halten die Angaben des Hygrometers und Atmometers gleichen Gang, aber die Verdunſtung wird durch den Wind ſo ſehr beſchleunigt, daß man deſſen Geſchwindigkeit ſchätzen kann, wenn man jene beiden Inſtrumente (oder ſtatt derſelben zwei Atmometer, deren eines gegen den Wind geſchützt, das andere aber ihm ausgeſetzt iſt) mit einander vergleicht. Schlägt man nämlich die Wirkung ſtiller Luft ſo hoch an, als die Wirkung eines 8 engl. Meilen in einer Stunde durchlaufenden Windes (d. i. als die Wirkung eines Windes von 11,411.. Fuß Secundengeſchwindingkeit*), und zeigt das Hygrometer z. B. 40°, oder fiele in einem geſchützten Atometer die Säule um 2 Raumtheile, während ſie um 12 dergleichen Theile im ungeſchützten ſtände, ſo wären deren 2 als Wirkung der ſog. ſtillen Luft und 10 als Wirkung des Windes anzuſehen, und es betrüge dann die Geſchwindigkeit des Windes in einer Stunde 40 engliſche Meilen (57,05 Fuß in einer Secunde).

---

*) Nämlich eine neue engliſche Meile zu 1760 Yards = 5135 rhein. Fuß gerechnet; eine Luft, mit einer faſt 12fußigen Secundengeſchwindigkeit bewegt, iſt aber nichts weniger als Windſtille.

2) Indeß iſt dieſe Folgerung ſchon darum nichts weniger als richtig, weil die verſchiedenen Winde, nach Maaßgabe ihrer verſchiedenen Richtung, aus der ſie herwehen, auch von einander abweichen in ihrem Waſſergasgehalte; O., ONO., NO. und N. Winde, zum Theil auch die aus OSO. ſind z. B. für unſere Gegenden arm an Waſſergas und daher austrocknend, die Weſtwinde hingegen feuchtend, was nothwendig einen mehr oder weniger beträchtlichen Unterſchied im Verdampfen bewirken muß. Es wird daher bei Benutzung obigen und jedes anderen Atmometers, das in der Waſſerverdampfung das Mittel zur Beſtimmung der Verdampfungsgröße abgiebt, durchaus nöthig: die Angabe der Richtungen, aus denen der Wind bläßt. Es fragt ſich daher: ob es nicht zweckmäßiger wäre, ſtatt des verdampfenden Waſſers, eine andere flüchtige Subſtanz anzuwenden, deren Verdampfungsgröße unabhängig iſt vom Waſſergehalt des zuwehenden Windes? Weingeiſt dürfte man hiezu nicht wählen, da er nie Waſſerfrei zu haben und ſehr hygroskopiſch iſt; ätheriſche Oele, z. B. Terpentinöl auch nicht, da ſie beim Verdampfen dem rückbleibenden Theile nach chemiſch verändert werden; am beſten dürfte ſich dazu eignen der Kampfer, (der freilich ein ziemlich theures atmometriſches Mittel wäre), weil ſeine Verdampfungsgröße, bei bekannter Auſſenfläche, ſich an beiden Stücken, dem im Winde und dem gegen Wind geſchützten, leicht durchs Gewicht beſtimmen läßt.

3) Beim Gebrauche jeder Art von Atmometer muß übrigens die Temperatur der ruhigen und der zuwehenden Luft, und die Einwirkung der Stralwärme auf das Inſtrument ſelbſt (mittelſt des Differentialthermometers) beſtimmt und genau angegeben werden, wenn die hieher gehörigen Beobachtungsergebniſſe Werth haben ſollen.

4) Zum Thongefäße, in Leslie's Atmometer, würde am beſten benutzt werden können, die gleichförmig poröſe Maſſe der Alkarazzas; vergl. m. Polytechnochemie II. 780.

5) Bliebe das verdunſtende Waſſer: Waſſergas, ohne ſich in höheren Regionen theilweiſe zu Nebelbläschen zu verdichten, ſo würde, da mit der Zunahme des Waſſergaſes in der Luft auch deren Durchſichtigkeit wächſt, die Zunahme der Verdunſtung ſich auch beſtimmen laſſen mittelſt des Durchſichtigkeitsmeſſers (oben S. 127). — Für kleine Mengen von einzelnen Gaſen, ſowie von wäßrig Tropfbaren, benutze ich Behufs der Durchſichtigkeitsbeſtimmung, neuerlich auch ein gutes Thermometer, das ich in die zu prüfende Flüſſigkeit ſtecke und dann dem Sonnenlichte ausſetze, während ein zweites Thermometer in einem dem vorigen gleichen Glaſe mit reinſtem Waſſer ſchwebend hängt und gleichzeitig demſelben Sonnenlichte ausgeſetzt bleibt.

6) Fände ſich allgemein beſtätigt, was v. Yelin hinſichtlich ſeiner Zamboniſchen Säule ſich geraume Zeit hindurch bewähren

ſah *), und ließe ſich dieſe Vorrichtung in ſich vollkommen unzerſtörbar und mithin in Abſicht der Gegenwirkung ihrer Theile, ſo weit dieſelbe deren chemiſche Werthe betrifft, unabänderlich erhalten (vergl. oben S. 310—311), ſo würde ſie vielleicht vor allen andern meteorologiſchen Vorrichtungen genannt zu werden verdienen: Aero-Meteoroſkop, d. i. Geſammtanzeiger aller Luftveränderungen; indem ſie nicht nur, wie das Thermometer, durch die Wärme-, Licht-, Druck-, Feucht- und Wehungs-Aenderungen der Luft, ſondern auch von den Veränderungen der Luftelektricität, und durch dieſe vielleicht auch von jenen des Erdmagnetismus **) in ihrer eigenen Wirkſamkeit fort-

---

*) Vergl. Verſuche und Beobachtungen zur nähern Kenntniß der Zamboniſchen trocknen Säule. Eine öffentliche Vorleſung und als Bruchſtück einer größeren Arbeit ꝛc. von Julius Conrad von Yelin ꝛc. München, gedr. b. J. J. Lentner 1820. 4.

**) Mittelſt der durch v. Yelin erfundenen, a. a. O. beſchriebenen und abgebildeten Oscillations-Libelle erhielt v. Y. folgende Ergebniſſe:

a) Im Allgemeinen wächſt vom erſten Morgen an bis Mittag die Thätigkeit der Säule und erreicht gegen 2—3 Uhr Nachmittags ihr Maximum. Von hier an nimmt ſie wieder ab, bis gegen 9 oder 10 Uhr Abends, wo ſie in der Regel etwas höher ſtehen bleibt, als ſie am Morgen anfieng.

b) Ihre Thätigkeit nimmt ab, einige Tage vor dem Eintritt eines eigentlichen Regenwetters, und ſteigt, wenn im umgekehrten Falle nach länger andauernder feuchter und Regenwitterung, heitere Tage eintreten. Dieſe Anzeigen giebt ſie mit weniger Ausnahme häufig ſelbſt dann, wenn der Stand des Barometers und Hygrometers noch keine bevorſtehende Aenderung erkennen laſſen.

c) Ihre Action iſt in der Regel ordentlichen Fluctuationen unterworfen, welche periodiſch beſtimmte Maxima und Minima einhalten. Dieſe Maxima, in welchen bei gleichbleibender Diſtanz der Knöpfe am Oscillationsapparate das Pendel etwas mehr Schwingungen in einer Minute macht, als eine Stunde vor- und nachher, treten in der Regel ein: Morgens 6 Uhr; 9 bis 10 Uhr; gegen 12 Uhr; um 3 Uhr; Abends 9 bis 10 Uhr; gegen Mitternacht; Morgens 3 Uhr.

d) Zuweilen tritt ein Maximum um eine Stunde früher oder ſpäter, jedoch eher früher, als ſpäter ein, und dieſes

dauernd und auf beſtimmte Weiſe abgeändert wird; allein ließe ſich auch jene Gleichthätigkeit von der Zamboniſchen Säule erweiſen, ſo würde doch,

---

erfolgt am öfteſten bei dem Maximum des Mittags und der XIten Stunde Abends — zuweilen bleibt auch ein Maximum ganz aus, was wieder am öfteſten um die Mittagsſtunde geſchieht. Die beiden Fälle, vorzüglich der letztere, gehören jedoch zu den Ausnahmen und beſonders an den Tagen, in welchen die Temperaturunterſchiede gering ſind, und reine, nicht ſchwüle Luft herrſcht, treten die Maxima von Morgens 6 Uhr an, von 3 zu 3 Stunden regelmäßig ein. „Ich habe, fügt v. Y. hinzu, darüber bereits genug Erfahrungen vorliegen, um mich für völlig überzeugt zu halten, daß in Durchſchnitten der einzelnen Stunden für ganze Monate, dieſe 3ſtündige neuentdeckte Periodicität ſich völlig darthun, und genau auf die Stunden 6; 9; 12; 3; 6; 9; 12; 3 eintreffen muß. Ich habe dieſe periodiſchen Aenderungen wahrgenommen, ich mochte nur an einer, oder an zwei Säulen neben einander zugleich beobachten, an dem Zamboniſchen Verticalpendel, wie an meiner Oscillationslibelle, und, was bemerkenswerth und auffallend iſt, an der iſolirten Säule eben ſo gut, wenn gleich minder deutlich, als an den nur einpolig freien Säulen — und man findet in dem Eintritte dieſer Variation jetzt zugleich den Grund, auf welchen ich früher verwieſen und aufmerkſam gemacht habe.“ Dieſen Grund ſetzt v. Y. vermuthungsweiſe, ſofern er Zwiſchenoscillationen hervorbringt (welche eintreten zwiſchen den Maximen und Minimen des Barometers, der Luftelektricität und der Variation der Magnetnadel) theils in der Wärme, theils in der Eigenthümlichkeit jener Periodicität, welche, nach de Luc, die Erdelektricität befolgt im Gegenſatze der Luftelektricität, indem L's Vermuthungen gemäß jene ihr Maximum erreicht, wenn dieſe im Minimo ſteht; und umgekehrt. — Einen dritten, vierten ꝛc. Grund jener Zwiſchenoscillationen (Schwankungen; vergleichbar den Barometerſchwankungen, im Gegenſatz der Barometerbebungen) hätte v. Y. finden können: in dem durch die Wärme in der Säule erregten Thermomagnetismus, in denen obgleich geringen durch dieſelbe Potenz erzeugten Vergaſungen und Wiederverdichtungen des Waſſers der ſog. trocknen Säule; vielleicht auch: in einer den Metallen eigenthümlichen, weder elektriſchen, noch galvaniſchen, noch magnetiſchen, noch chemiſchen Wechſelerregung und daraus entſpringenden abgeänderten Einwirkung auf Leiter zweiter Klaſſe und auf Chemiſchwirkſame, welche Einwirkung zur Folge hat: Entwickelung einer neuen (d. h. bis dahin nur andeutungsweiſe erkannten) Naturpotenz; vergl. oben

ſo wenig als bei irgend einem anderen meteorologiſchen Inſtrumente: das nicht einzelne, ſondern alle Luftänderungen in Form eines Geſammtausdruckes verräth, damit weder der Wiſſenſchaft, noch dem

---

S. 142 Anm. und in jener Selbſterſchöpfung der Säule, welche ſie mit der gewöhnlichen galvaniſchen Säule theilt, die noch jeder ſtarken Entladung (hauptſächlich bei jener Entladung, welche das Verbrennen des Kupfers an den Poldräthen und die Reduction der Laugmetalle herbeiführt) ſich erſchöpft, und Zeit braucht, oft nicht nur viele Secunden, ſondern mehrere Minuten, ja — nachdem die galvaniſche Säule noch ſehr feucht, oder ſchon ziemlich trocken, noch wenig angegriffen oder ihren Metallen nach ſchon ſtark zerfreſſen iſt — wohl mehrere Wochen und ſelbſt Monate, um ſich wieder zu laden. Dieſer Zeitverbrauch iſt aber bei jeder einzelnen Säule ein anderer (weil nicht zwei Säulen zuſammengeſetzt werden können, von denen man erweiſen könnte: ſie ſeyen einander in allen Theilen vollkommen gleich) und ſchon aus dieſem Grunde iſt die Zamboniſche Säule ein unſicherer Anzeiger der Luftelektricität; vergl. oben S. 310. — — Die v. Yelin benutzten 2 trocknen Säulen waren die der K. Akad. d. Wiſſenſch. zu München zugehörigen, von dem dortigen geſchickten Mechaniker Ramis jede aus 5500 Kreisſcheiben Silberpapier gefertigten; jede Scheibe hatte 8 Pariſer Linien Durchmeſſer, war auf ihrer Rückſeite (Papierſeite) mit feingeriebenem ſchwarzen Manganoxyd bedeckt, das man mittelſt reinen Leinöls eingerieben und die man dann an der Sonne möglichſt ſtark ausgetrocknet hatte. Jede Säule hatte 20 par. Zoll Länge, war von Auſſen überharzet und auſſerdem noch in eine, einen par. Zoll weite Röhre von weißem, an der innern Wand mit einer Lage Siegellack's überzogenem Glaſe eingeſchloſſen. Jede dieſer Glasröhren endete unten in einen meſſingenen Fuß und war oben in eine meſſingene Kappe eingekuttet, von welcher auf einem kurzen, zum Abſchrauben eingerichteten Halſe eine glatt polirte Meſſingkugel von 9½ par. Linien Durchmeſſer hervorragte. Beide Endplatten jeder Säule waren auſſerdem durch meſſingene, federnde Dräthe mit den Faſſungen der äuſſeren Glasröhre in guter Verbindung, und beide Säulen waren ſo geſtellt: daß der Knopf der einen +E, jener der anderen —E angab. „Als ich im Juli v. J. (1819), bemerkt v. Y., die eben fertig gewordenen beiden Säulen aus der Hand des Verfertigers erhielt, und eben die warme trockne Witterung ihre Thätigkeit begünſtigte, waren ſie von auſſerordentlicher Stärke;“ ſpäterhin hatten ſie alſo ſchon abgenommen an Wirkſamkeit. Daſſelbe Schickſal haben 2 dergleichen Säulen des hieſigen phyſikaliſchen Cabinets gehabt.

Leben ein Dienſt erwieſen werden, weil man, um zu erfahren: von welchen Arten der Luftänderungen es ſich denn eigentlich handle, und was man für die nächſtkommende Zeit daraus zu folgern habe — die übrigen meteorologiſchen Inſtrumente ſtets gleichzeitig mit zu Rathe ziehen müßte. Dieſe übrigen Inſtrumente ſelbſt aber, ſo vollkommen ſie auch ſeyn mögen, und ſo treu ſie auch in Beobachtung genommen werden, ſie geben doch nur einſeitige Kunde von dem großen, ununterbrochen fortſchreitenden Naturproceß, der die Luft als ein der Erde zugehöriges, und ſich ihr unterordnendes Einzelganze in ununterbrochener Abänderung und Selbſtänderung erhält (oben S. 9 §. 169), indem ſie höchſtens nur mittelbar verrathen, was auſſer der Luft an der feſten Erdrinde und an dem von dieſen getragenen, mannigfach zertheilten Tropfbaren in Abſicht auf phyſiſche Geſammtänderung Neues geſchieht; in wie weit die übrige Erde, als das innere Jenſeits der Erdrinde in dieſe Aenderungen und wechſelſeitigen Umſtimmungen mit eingreift, davon geben ſie zur Zeit dem forſchenden Beobachter noch keine einigermaaßen haltbare Kunde. Nur Spuren zu dieſem, hoffentlich einer künftigen, geiſtig mehr gereiſten Zeit zur zweifelsfreien Entwickelung aufbehaltenen Theile des Erfahrungswiſſens deuten die Vulkane an, und ſelbſt dieſe Spuren ſind noch nichts weniger als unzweifelhaft, wenn gleich ſo viel gewiß iſt, daß Erdbeben und vulkaniſche Eruptionen ſo wenig zufällig ſeyn können, als es irgend eine Geſammtänderung der Luft iſt; I. 68 ff. Vielleicht geben demnächſt die Gewitter die Mittel an die Hand, dieſe Spuren zu verfolgen, indem ſie ihrer Erregung nach nicht nur durch Sonnenlicht und Waſſergas, ſondern auch durch periodiſche Aenderungen des Erdinnern bedingt werden, und vielleicht bietet zunächſt die Magnetnadel die erwünſchte Veranlaſſung zur Verfolgung der Wechſelwirkung des ganzen Erdkörpers und der ganzen Erdluft; iſt doch der allgemeinſte Ausdruck der, gleich allen anderen Weltkörpern in kosmiſcher Selbſtergänzung befangenen Erde, iſt doch ihre Schwere ihrer Wirkung nach eine vom Kosmo-Magnetismus abhängige Potenz (Vergl. II. 125) und damit — eine veränderliche! Daß auſſerdem noch die Wirkung der Erdſchwere auf die Erdindividuen, und mithin auch auf die Luft, fortdauernden periodiſchen Aenderungen unterliegt, das ergiebt ſich ſchon aus den Phänomenen der Ebbe und Fluth. Jede der Erde gegenüber durch größere Näherung oder weitere Fernung ſich ändernde Gegenſchwere, zumal die des Mondes und der Sonne, ſie werden unaufhörlich das Mittel darbieten jenen Geſammtausdruck der kosmiſchen Individualität der Erde (ihre Schwere) mit verändertem Werthe zu erneuen und ſo den Schein ihr zuertheilen: als trüge ſie in ſich ſelber die Bedingungen der Selbſtänderung, und als ſey ſie im fortdauernden Werden befangen, nicht weil ſie Glied des Univerſums iſt, ſondern weil ſie in ſich hat und trägt, was dem Leben zur Grundbedingung dient.

7) Wenn Luft lange Zeit hindurch in verſchloſſenen Behältern aufbewahrt wird, ſo verliert ſie mehr oder weniger von ihrem Ver-

mögen zu erfriſchen und zu beleben und nähert ſich in dieſer Hinſicht jener Aenderung, welche ſie erleidet zur Zeit der Gewitterſchwüle. Ihre Sauerſtoffgasatmosphäre bleibt dabei quantitativ unverändert; Beweis genug, daß ihr Mangel an Friſche nicht Mangel an Oxygengas iſt. Das bloße mechaniſche Bewegen ſtellt dieſe Friſche ſo wenig wieder her, als das Schwängern mit Waſſergas; nein, lediglich die Wiederverbindung mit der freibeweglichen Geſammtlufthülle der Erde vermag in ihr wieder erneuen, was durch Abgeſondertſeyn unterdrückt oder verloren gegangen war. Irre ich nicht, ſo ſind es chemiſche Aenderungen: ſowohl ihrer gewichtigen Beimengungen (zumal der in ihr vorhandenen Dünſte und der mit dieſen verbundenen gaſigen Ausflüſſe organiſcher Körper) als auch ihrer ungewichtigen Gegenwirkungsverhältniſſe; von denen die letzteren in meteorologiſcher Hinſicht zur Zeit noch ſo gut wie unerforſcht erſcheinen. Vielleicht, daß man einigermaaßen zu hieher gehörigen Aufſchlüſſen gelangte, wenn man friſche Luft (z. B. reine Bergluft) in Glasgefäßen vollkommen abgeſperrt lange Zeit hindurch aufbewahrte (beleuchtet, und eine andere Portion vom Lichte ungetroffen) und vor der, ſo wie nach beendeter Aufbewahrung fragte: ob die Eigenwärme der Luft dieſelbe geblieben oder verändert worden ſey? — Obige Vermuthung gründet ſich übrigens auf die Vergleichung des Verhaltens der Luft mit dem der Einzellebweſen; während die frei bewegliche freie Luft ſich ſtets wieder in ſich ſelber herſtellt (oben S. 9 und 10) und eben dadurch friſch erhält, ſteht die eingeſchloſſene ab; während der in ſich bewegende Organismus ſich lebendig zeigt, ſtirbt das von ihm getrennte Organ früher oder ſpäter gänzlich ab; Letzteres erfolgt aber: weil ſtatt der Belebung chemiſche Gegenwirkungen rege werden und endlich zur Alleinherrſchaft gelangen, während im lebenden Organismus, als ſolchem, jede Art von Chemismus den Lebenskräften und dem einigen Lebensentwickelungsgange ſich ſtets unterordnen. So nun auch die Luft; ſo lange ſie frei und ungetrennt vom Ganzen der gaſig-dunſtigen Erdhülle erſcheint, ſo lange kommt es in ihr nur zu einzelnen, dem Beſtande des Ganzen ſich unterordnenden Miſchungs- und Entmiſchungs-Erſcheinungen, ſo bald ſie aber losgeriſſen iſt vom Ganzen, eben ſo bald erliſcht in ihr auch der Beſtandeswerth des Ganzen, und alles, was Einzeln iſt in ihr, folgt nun der wechſelſeitigen, phyſiſch-chemiſchen Gegenwirkung, ſich damit von den übrigen Einzelnen (die es eben ſo halten) trennend *). Es verliert alſo die Luft mit der Friſche: ihren Be-

*) Je weniger bewegt die freie Luft iſt, um ſo mehr kommt es auch in ihr ſchon zu ähnlichen Aenderungen, als die abgeſchloſſene Luft ſie darbietet, und beſonders ſind es dann die Ausdünſtungen organiſcher Körper, welche zunächſt zu Einzelgebilden ſich einen und umgeſtalten, und ſo die Luft ſchwängern mit ſchädlichen Erzeugniſſen der verſchiedenſten Art; mit Sumpfgift, mit den Grundgebilden der Contagien und Mias-

ſtand als relativ=ſelbſtthätiges Ganze, ihre ſog. organiſche Belebtheit, und damit den Urquell ihres ganzen Belebungsvermögens; abgeſchloſſen ſtirbt ſie in ſich ab und iſt nun weiter Nichts als ein todtes Gemenge von einzelnen Gaſen?

8) Nach v. Reden's Berechnung entſteigen lediglich den Clausthaler Hütten, von den dort jährlich zu Gut gemachten 900,000 Centner Erz, jährlich in die Luft: gegen 169,000 Centner, und von den dabei verbrauchten Brennmaterialien gegen 45,000 Centner; de Luc phyſ. und moral. Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen. Ueberſ. I. 503 — 504.

§. 224.

Bezwecken die meteorologiſchen Beobachtungen nicht lediglich Wetterverkündigungen (ſey es zur Befriedigung der Neugierde, oder zur Bezweckung eigenen Nutzens oder Vortheils), ſondern entweder fortlaufende Meſſungen der Luftveränderungen Behufs daraus abzuleitender wiſſenſchaftlicher Folgerungen und daraus zu entnehmender Vergleichungen der

---

men und mit einem unabſehbaren Heer verwandter Miſchungsgebilde. — Wahrſcheinlich entledigt ſich die Luft, einem in ihr ſelbſt als Ganzen bedingtem Naturgeſetze gemäß, von Zeit zu Zeit deſſen, was ſie als ihr fremdartig beſtändig in ſich aufnimmt; aber, wo ſie dabei in frei beweglicher Gegenwirkung ſich behauptet, werden die aufgenommenen Subſtanzen geſchieden, wie ſie in die Lufthülle eingegangen waren, ohne dabei zu Selbſtgeſtaltungen gelangt zu ſeyn; nur wo jene Gegenwirkung geſchwächt hervortritt oder gar mangelt, entſtehen Gebilde: widerwärtig den einzelnen die Erde bewohnenden Organismen, und dem Leben derſelben mehr oder minder gefährlich, deren Wirkſamkeit, ſofern ſie ſog. Anſteckungsſtoffe darſtellen, gegen Abend und gegen Morgen auf den Menſchen größer ſeyn ſoll, als zu andern Tageszeiten; wahrſcheinlich, weil der Menſch um jene Zeiten mehr dafür empfänglich iſt, als bei vollem Tage und bei finſtrer voller Nacht. Thenard und Moskati ſchieden angeblich miasmatiſche Stoffe in Form flockiger Niederſchläge; es iſt, wenn man das Verhalten einzelner org. Bildungstheile zu den Auflöſungen des Silbers, Merkur, Bley, Goldes ꝛc. in Erwägung zieht, wohl denkbar, daß man in der Folge durch ähnliche Mittel dahin gelangen wird, die giftigen und ſchädlichen Gebilde der Luft chemiſch zu iſoliren.

verſchiedenen klimatiſchen Verhältniſſe einzelner Orte, Gegenden, Länder und Welttheile, oder wiſſenſchaftlich geleitete Beſtimmungen einzelner Lufterſcheinungen und daraus zu berechnende, bevorſtehende Luftveränderungen genau bezeichneter Art (z. B. Wiegmann's Vorausbeſtimmung niederer Lufttemperatur aus dem Erſcheinen ſtinkender Nebel und des Höhenrauchs; K. XV. 496) *), ſo iſt es nicht gleichgültig, in welcher Form man die durch treue und genaue Beobachtung gewonnenen Ergebniſſe zur öffentlichen Mittheilung bringt. Schön unterrichtet hierüber (bei K. X. 245 ff.) wie folgt.

§. 225.

Die öffentliche Mittheilung betrifft entweder nur einzelne, meteorologiſche Beobachtungen, und iſt veranlaßt durch die Wahrnehmung auſſerordentlicher oder ſeltner Naturereigniſſe (z. B. Erdbeben, feuriger Kugeln, Land- oder Waſſertrompen, Nordlichter, ungewöhnlicher Hitze oder Kälte, ...); oder ſie betrifft ſämmtliche Beobachtungen, die man im Verlaufe eines oder mehrerer Jahre angeſtellt hat, oder nur die Ergebniſſe aus den monatlichen und jährlichen Beobachtungen. In letzterem Falle begnügt man ſich entweder mit bloßen Zahlenangaben, welchen man geeignete Bemerkungen beifügt, oder man verſinnlicht zugleich jene Angaben durch graphiſche Darſtellungen. In allen Fällen ſteht als Hauptgeſetz der Mittheilung feſt: Die Beobachtungen oder Reſultate müſſen auf eine ſolche Weiſe bekannt gemacht werden, daß ſie Jeder, der ſie zu benutzen überhaupt im Stande iſt, richtig verſtehen oder auch wirklich benutzen

---

*) Wiegmann's Folgerung, daß 40 Tage nach dem Eintritt ſtinkender Nebel und Hehrrauche Kälte eintrete, hat ſich wenigſtens für mehrere von einander ſehr entfernte Orte wiederholt beſtätigt; vergl. K. XVI. 54 ff., 232 ff.

könne. Daher wird der mittheilende Beobachter die geographiſche Lage (Länge und Breite); die relative oder abſolute Höhe und die klimatiſchen Verhältniſſe ſeines Standortes anführen, ſobald er dieſes Alles als hinlänglich bekannt nicht vorausſetzen kann. Ferner wird der Beobachter bemerken, welcher Inſtrumente er ſich bediente, ob z. B. zur Beobachtung der Temperatur eines Fahrenheit'ſchen oder Reaumur'ſchen Merkurthermometers, oder eines mit 100theiliger Scale? u. dgl. In welcher Erhebung vom Boden, und gegen welche Himmelsgegend hin die im Freien beobachteten Inſtrumente angebracht ſeyen, und namentlich, wie hoch der Nullpunkt ſeines Barometers über dem Pflaſter, oder einem nahen Fluſſe u. dgl. erhoben ſey? Ob und nach welchen Formeln er ſeine, ohne beigegebene Merkurtemperatur angeführten Barometerbeobachtungen oder die daraus abgeleiteten Reſultate verbeſſert habe? Welches, wenigſtens beiläufig, die mittlere Barometerhöhe ſeines Standortes ſey, und mit welcher Vorſicht er ſeine Beobachtungen angeſtellt hat? — Nur unter dieſen und ähnlichen Vorausſetzungen ſpricht der, unſer Vertrauen verdienende, Beobachter und Phyſiker verſtändliche Sprache. — Dieſes im Allgemeinen vorausſchickend, bemerken wir zu Obigem nur noch Folgendes: Zu den Reſultaten zählt man nicht nur die für die einzelnen Monate und für das ganze Kalender- oder beſſer meteorologiſche Jahr und deſſen 4 Zeitabſchnitte berechneten Mittel, ſondern auch die beobachteten Maximen und Minimen. Bei letzteren pflegt man die Unterſchiede der zuſammengehörigen Grenzen anzugeben, welche Unterſchiede die monatlichen oder jährlichen Variationen heißen. Durch Vergleichung dieſer hinſichtlich ſehr verſchiedener Erdorte ſtatt findenden Variationen ergiebt ſich z. B., daß nicht nur die Temperaturveränderungen, ſondern auch die Barometervariationen mit der Entfernung von der heißen Zone, wo die Temperatur conſtanter iſt, oder mit der geographiſchen Breite in der Regel zunehmen, ſo wie uns denn auch dieſe Reſul-

tate, beſonders wenn ſie aus vieljährigen Beobachtungen geſchöpft ſind, darüber belehren, auf welche Monate an demſelben Orte oder an verſchiedenen Standorten die größte Regenmenge und die höchſten oder niedrigſten Stände des Barometers, Thermometers und Hygrometers fallen, u. dgl. Auch pflegt man unter den Reſultaten noch mit aufzuführen die Menge der trüben und heiteren Tage und Nächte, die Anzahl der Gewitter und die Hauptrichtung, der ſie folgten, die Stärke oder Schwäche derſelben und ihre größere oder geringere Verbindung mit Hagel und Platzregen. Beſondere Bemerkungen, aus dem Beobachtungsjournal entlehnt, betreffen das Vorkommen beſonderer Meteore und merkwürdiger Naturereigniſſe überhaupt, den Gang der Vegetation, den Einfluß der Witterung auf den Geſundheitszuſtand, u. dgl.

§. 226.

Betreffend die geographiſche oder zeichnende Darſtellung vorzüglich der Reſultate aus den Thermometer-, Barometer- und Hygrometerbeobachtungen, iſt erſtens unſtreitig diejenige die einfachſte, durch welche wir den Gang der Inſtrumente mit Hülfe der berechneten 12monatlichen Mittel zu veranſchaulichen ſtreben, — dieſe Mittel mögen nun entweder einem einzigen Jahre, oder mehreren Jahren (als Mittel aus Mitteln) angehören. Wie dieſe Darſtellung ſehr leicht zu vollbringen ſey, mögen Fig. 21, 22, 23 und 24 erläutern. In Fig. 21 iſt die horizontale, in gleiche Theile getheilte Linie die Grundlinie oder Abſciſſenlinie; die Zahlen 1, 2, 3, ... 12 ſind Abkürzungen für die aufeinander folgenden Monate Januar, ... December, und 1′, 2′ bedeuten wieder jene erſten Monate des folgenden Jahres. Die punktirte Curve ſtellt den Gang der Lufttemperatur im Kalenderjahre 1823 für Würzburg vor, und wird ſo konſtruirt: Zu den Theilpunkten 1, 2 ... werden Perpendikel (Ordinaten) errichtet, auf dieſe mit Hülfe eines

verjüngten 1000theil. Maaßſtabes, wie man ſolchen bei geometriſchen Zeichnungen zu gebrauchen pflegt, die berechneten monatlichen Mittel aufgetragen, und die oberen Endpunkte dieſer Lothe durch eine krumme Linie verbunden. Die andere, ganz ausgezogene und ſehr regelmäßige Curve ſtellt als Beiſpiel den Gang der mittleren Wärme für Würzburg vor, wie ich dieſe aus 20jährigen Beobachtungen berechnete*); ſie wird ganz ſo, wie die vorige Curve gezeichnet. Weiter ſtellt die der Abſciſſenlinie parallele Linie a b die mittlere Lufttemperatur aus dieſen 20jähr. Beobachtungen (= 0°,3574) und c d dieſelbe für das einzige Jahr 1823 vor. — Zieht man die Abſciſſenlinie etwas länger aus, ſo kann man die Theile 12, 23 ... wieder in mehrere gleiche, z. B. 5 Theile theilen und in dieſen Theilpunkten, die auch links hin über 1 hinaus ſtatt finden müſſen, Lothe bloß mit dem Bleiſtifte (um ſie nach dem Gebrauche wieder löſchen zu können) errichten. Jedes dieſer 5 Lothe iſt gleichſam für den 5ten Tag des Monates entworfen; man wird daher auf einem derſelben oder in deſſen Nähe ſehr richtig das an einem gewiſſen Monatstage eingetroffene Maximum oder Minimum der Temperatur auftragen können. Jene die Endpunkte dieſer Lothe dann verbindenden Curven werden den Gang der Minimen und Maximen der Temperatur darſtellen, ohne daß die Figur zu ſehr überladen wird. Statt der krummen Linien kann man auch für den letzten Fall geradgebrochene wählen. — Zu merken iſt noch, daß die Temperaturgrade unter Null auf die von der Abſciſſenlinie abwärts gehenden Ordinaten getragen werden müſſen, wie

*) Will man z. B. ein aus 10jährigen Beobachtungen berechnetes Mittel mit einem andern z. B. aus 5jährigen Beobachtungen berechneten zuſammennehmen; ſo muß man jenes erſte Mittel mit 10 und das zweite mit 5 multipliciren; die Summe dieſer Produkte dann durch 15 dividirt, giebt im Quotienten das 15jährige Mittel. So ähnlich in ähnlichen Fällen.

man dieſes in unſerer Fig. bei 21 ſieht. Solche Curven, nach mehrjährigen Mitteln und zuſammengeſtellt, wie dieſes in Schön's „Witterungskunde“ geſchehen iſt, zeigen auf den erſten Blick, ob der Ort, für den die Curve konſtruirt iſt, einem mehr ſüdlichen, oder nördlichen, oder Inſelklima angehöre. In Fig. 22 iſt der Gang des Barometers zu Würzburg in den 12 Monaten des Jahres 1823 durch die punktirte Curve, und die mittlere Barometerhöhe deſſelben Jahres durch die gerade Linie ab vorgeſtellt. Da dieſe Curve nur das wahre Heben und Fallen der mittleren monatlichen Barometerhöhe vo:ſtellen ſoll; ſo wird ſie zur Erſparung des Raumes auf der Zeichnung alſo konſtruirt: am untern Ende eines Quartblattes Papier zieht man bloß mit dem Bleiſtifte die Grundlinie, und errichtet, wie oben, in deren Theilpunkten hinlänglich hohe Ordinaten. Um dann auf dieſe die mittleren Barometerhöhen mit Hülfe deſſelben Maaßſtabes, wie bei Fig. 21, zu tragen, zieht man vorerſt von der Zahl der Zolle (z. B. 27″) jeder dieſer Höhen die Zahl 21 *) ab, verwandelt den Reſt (hier 6″) in Linien, indem man (weil jener Maaßſtab 10theilig iſt) den Zoll = 10 Linien ſetzt, addirt zu dieſer Zahl (hier 60‴) die Anzahl der in der fraglichen Barometerhöhe noch enthaltenen Linien, und trägt dann die erhaltene Summe mittelſt jenes verjüngten Maaßſtabes auf der entſprechenden Ordinate auf, z. B. 66,4 gleiche Theile aus dieſem Maaßſtabe auf der erſten Ordinate, wenn die für

*) Dieſe Zahl iſt nämlich die kleinſte Zahl der Zolle, die Schön bei den verglichenen mittleren Barometerhöhen ſehr verſchiedener Erdorte erhielt, folglich für alle dieſe Höhen conſtant. Will daher ein Beobachter keine Vergleichungscurven entwerfen, ſich bloß auf ſeine Barometerbeobachtungen beſchränkend; ſo darf er die in ſeinen barometriſchen Mitteln conſtante Zahl der Zolle aus allen Mitteln weglaſſen, und nur die übrig bleibenden Linien und Zehntheile derſelben auftragen.

den Jänner berechnete mittlere Barometerhöhe 27″ 6‴,4 iſt. Sind auf dieſe Weiſe alle Höhen aufgetragen, und die Endpunkte der Perpendikel durch eine Curve verbunden, ſo zieht man ſowohl durch den höchſten, als niedrigſten Punkt derſelben (in unſerer Figur bei 11 oder November und bei 2 oder Febr.) eine der Grundlinie parallele Linie, welche Parallelen denn auf der dem Publikum mitzutheilenden Zeichnung die Barometercurve einſchließen helfen. — Es erhellt übrigens von ſelbſt, daß man mehrere dergleichen Barometercurven in einer einzigen Figur, wie bei Fig. 21, vereinigen könne, doch iſt hiebei jede Ueberladung der Figur zu vermeiden, weil man ſonſt lieber die Zahlenreſultate, als die Zeichnung betrachtet. Den Gang der Luftfeuchtigkeit in demſelben Jahre 1823 ſtellt die Curve in Fig. 23 dar. Dieſe Curven entwirft S. immer gleichförmig auf folgende Art: Da die Scale ſeines Hygrometers 800theilig iſt, ſo drückt er die monatlichen Mittel der Feuchtigkeit in der 100theil. Scale aus, indem er jene Mittel durch 8 dividirt, — den Quotienten zieht er von 100 (gleichſam zur Umkehrung der Scale) und von dem erhaltenen Reſte die conſtante Zahl 21 ab. Dieſer letzte Reſt wird nun auf demſelben verjüngten Maaßſtabe, deſſen S. ſich bei Entwerfung der vorigen Curve bedient, mit dem Zirkel gefaßt und auf der entſprechenden Ordinate aufgetragen. Das Erheben der Curve zeigt daher eine größere Trockne, und die Linie ab ſtellt wieder die mittlere Feuchtigkeit jenes Jahres dar.

§. 227.

Die graphiſche Darſtellung iſt zweitens von der zuſammengeſetzten Art, ſobald ſie die täglichen Beobachtungen für alle 12 Monate umfaßt. Muſchenbröck fügte ſeinem ſchätzbaren Werke „Physica experimentalis et geometricae de magnete etc. dissertationes“ (Leiden 1729) eine ſolche Tafel ſeiner zu Utrecht 1728 täglich Morgens 7 Uhr, Mittags und 11 Uhr Nachts

angeſtellten Beobachtungen auf einem großen Bogen Papier bei. Die 23. Figur, dieſe Beobachtungen nur für 6 Tage des Jänners darſtellend, wird eine klare Vorſtellung von der Einrichtung jener ganzen Tafel gewähren. Die verticalen Endlinien enthalten die nöthige Zahl der Linien aus der Scale des Barometers, deſſen Gang durch Punkte angedeutet iſt; auf der horizontalen Linie von 29 zu 29 ſind die Zahlen für die Monatstage, deren jeder für 3 Beobachtungen in 3 gleiche Theile getheilt iſt. Die Zahlen in der oberen 2. Horizontalreihe ſind die in freier Luft und im Schatten beobachteten Thermometerſtände; in der 3. Reihe wird die Richtung des Windes durch Zeichen, die aus einer der Tafel beizuzeichnenden Windroſe verſtändlich werden, und die Stärke des Windes durch Zahlen, in der 4. Reihe die Regenmenge und in der 5. die Menge des verdünſteten Waſſers in Linien angegeben. Die noch gebliebenen Zwiſchenräume benützte Muſchenbröck zu kurzen Bemerkungen über die Witterung und den Geſundheitszuſtand. Giebt man jenen verticalen Endlinien ſtatt der Barometerſcale eine Thermometerſcale von zureichender Ausdehnung, ſo ſieht man leicht ein, wie man den Gang der Temperatur z. B. aus den Mitteln von 5 zu 5 Tagen für die einzelnen Monate ſowohl eines Jahres, als auch mehrerer Jahre durch Curven oder geradgebrochene Linien, die im letzten Falle z. B. durch Farben zu unterſcheiden ſind, — oder auch den Gang der Maximen und Minimen graphiſch darſtellen könne. Das Geſagte wird demnach hinreichen, dem Beobachter gleichſam als Fingerzeig zu dienen, wie er es anzufangen habe: ſeine beſondere Abſicht durch eine entſprechende Zeichnung zu erreichen. (Fig. 24. enthält die von Muſchenbröck in Fig. 23. gewählten Zeichen.)

§. 228.

Iſt die Gegend, aus der fortlaufende meteorologiſche Beobachtungen mitgetheilt werden ſollen, hinſichtlich ihrer

klimatiſchen Lage gar nicht, oder nur unvollkommen bekannt, ſo muß ſolcher Mittheilung eine ausführliche Beſchreibung der Beſchaffenheit der Erdoberfläche der Gegend, und deren Verhältniß zu den Umgebungen, ſowie die genaue Beſtimmung ihrer geographiſchen Beziehungen vorangehen, theils damit die Empfänger des Mitgetheilten ſich darüber klimatiſch zu orientiren vermögen, theils, damit ſie in den Stand geſetzt werden: Wirkung (die von dem Beobachter beſchriebenen meteorologiſchen Veränderungen) und Urſache (die klimatiſche Lage) mit einander vergleichen und daraus meteorologiſche Folgerungen ableiten zu können. Sehr erſprießlich für die letzteren ſind die, in neueren Zeiten häufiger gewordenen, Vereinigungen: mehrerer Beobachter verſchiedener Gegenden zu gleichen Beobachtungszweigen, z. B. zur Beachtung und Verfolgung der Gewitterzüge, ſo wie die für ähnliche Zwecke von Seiten der Staatsgewalten veranſtalteten fortlaufenden meteorologiſchen Wahrnehmungen.

1) Die Beſtimmung der klimatiſchen Lage erfordert mindeſtens: Angabe der geogr. Breite und Länge, ſo wie des Höhenabſtandes von Meeresfläche; Nachweiſung der Lage des Landes rückſichtlich des Einſtreichens der Winde, der Beſchaffenheit der Bodenoberfläche (ob eben oder bergig, waldig, heidig, oder durch Nähr= und Fabrikpflanzen bebauet; ob von Flüſſen, Bächen, Seen ꝛc. gewäſſert, oder von weitverbreiteten Sandſteppen und Sandfeldern trocken erhalten ꝛc.) und der fortſchreitenden örtlichen Hauptveränderungen deſſelben (durch Urbarmachung von ſonſt wüſtem (ſterilen), ſumpfigen, moorigen ꝛc. Boden, durch künſtliche Wieſen und künſtliche Wieſenwäſſerung ꝛc. ꝛc.), ſowie der etwa vorhandenen andauernden, beträchtlichen künſtlichen Abänderungen der Luft (z. B. durch weit ausgedehnte und ſtark betriebene Hüttenwerke ꝛc.). Wo Meeres= oder Gebirgsnähen hervortreten, müſſen dieſe ebenfalls in die Beſtimmung der klimatiſchen Lage mit aufgenommen werden.

2) „Die exekutive Gewalt der vereinigten Staaten von Nord=Amerika läßt ſeit 5 (jetzt ſeit 8) Jahren, zwiſchen dem 28ſten und 47ſten Grade der Breite, zwiſchen dem Miſſury und den Alleghanis, zwiſchen dem See Michigan und der Küſte von Penſacola, auf einem Flächenraum von 24000 Quadratmeilen, an ſiebenzehn verſchiedenen Punkten, wo militäriſche Beſatzungen ſtehen, täg=

lich dreimal meteorologiſche Beobachtungen anſtellen, aus denen ſich die mittlere Temperatur der Tage, der Monate und des Jahres ergiebt. Dieſe Beobachtungen, von dem General-Staabs-Arzte der Armee, Herrn Lovell, berechnet, ſind in zwei Abtheilungen auf Koſten der Nordamerikaniſchen Regierung herausgegeben und an alle wiſſenſchaftliche Inſtitute in Europa vertheilt worden. Wenn nach dieſem ſchönen Beiſpiele, in dem öſtlichen Theile unſeres alten Continents, in den weitausgedehnten, der halben Mondfläche gleichen Raum zwiſchen der Weichſel und der Lena, in wohlausgewählten Punkten, ähnliche, unter ſich vergleichbare Thermometerbeobachtungen, auf Befehl und Koſten eines mächtigen Monarchen gemacht würden: ſo müßte in wenigen Jahren die ganze Klimatologie eine neue und verbeſſerte Geſtalt gewinnen;" A. v. Humboldt in Poggendorffs Ann. XI. 6. „Der Eifer, welcher die Vereinigten Staaten von Nordamerika beſeelt, iſt in dem jetzt erſt frei gewordenen ſpaniſchen Amerika mit gleicher Lebhaftigkeit erwacht. Zeitſchriften, die in Bergſtätten bis zu 9000 Fuß Höhe gedruckt werden, geben täglich, in der ungeheuern Ausdehnung von 28° nördlicher bis 40° ſüdlicher Breite, den Stand des Thermometers, Barometers und Hygrometers, nach genauen, in Paris und London angefertigten, Inſtrumenten an. So iſt die nun vollendete (?) politiſche Revolution dieſer Länder nicht blos ihrem eigenen Wohlſtande und dem Erwerbfleiße von Europa erſprießlich geworden; ſie wird auch unbezweifelt, jenachdem die Bevölkerung zunimmt, und ſich wiſſenſchaftliche Kultur über ſo viele Berggehänge und Hochebenen verbreitet, zu einer gründlichen Kenntniß der höheren Schichten der Atmosphäre führen." Ebendaſ. S. 7.

3) Aehnliches geſchieht in verſchiedenen europäiſchen Staaten ſchon ſeit mehreren Jahren in ſofern, als z. B. in Bayern, Preußen und mehreren anderen deutſchen Landen die Phyſici und Medizinalbeamten mit fortlaufenden thermometriſchen und barometriſchen (auch wohl thermohygrometriſchen und hygrometriſchen) Beobachtungen beauftragt ſind, und als man hie und da auch anderen Beamten (z. B. Hafenbauaufſehern, Landbaumeiſtern ꝛc.) ähnliche Aufträge ertheilt hat, aber Nutzen, ſowohl wiſſenſchaftlicher als ſolcher der dem volklichen Leben frommt, iſt von dergleichen Einrichtungen nur zu erwarten, wenn ſie allgemein (ſo weit die Cultur reicht) getroffen und vervielfältigt ausgeführt werden: von kundigen Beobachtern mit guten Inſtrumenten. Sollte Erſprießliches der bezeichneten Art hieraus erzielet werden, ſo müßte der Staat a) „einerlei" Barometer, Thermometer und Thermohygrometer, oder ſtatt der letzteren beiden: Pſychrometer an die gen. Beamten, ſo wie an die (Apotheker) und Pfarrer vertheilen laſſen, in der Weiſe, daß die Inſtrumente an das Amt geknüpft und beim Austritte des Beamten dem Nachfolger deſſelben übergeben würden; b) ſämmtliche vertheilte Inſtrumente vor der Austheilung von einer kundigen Commiſſion mit einem bekannten richtigen Inſtrumente der Art vergleichen und nur jene vertheilen laſſen, welche Probe halten;

c) alle zehn Jahre durch ein kundiges Mitglied der Commiſſion ſämmtliche vertheilte Inſtrumente (auf einer ſog. Unterſuchungsreiſe) wieder durchprüfen laſſen, um zu erfahren: ob an dem einen oder dem andern eine nachtheilige Veränderung eingetreten, d) die Commiſſion in den Stand ſetzen: die monatlich eingelieferten meteorologiſchen Tabellen hinſichtlich ihrer mittleren Abweichungen zu vergleichen, um die aus den Vergleichungen gewonnenen Ergebniſſe theils zur Auffindung neuer Geſetze des Ganges der Luftveränderungen, theils zu Berichtigungen und Beſtätigungen der älteren, bekannten Geſetze, theils zur Beſtimmung der klimatiſchen Lage des Beobachtungsortes benutzen zu können, und e) durch Letzteres ſich in den Stand zu ſetzen ſuchen, eine wiſſenſchaftlich begründete Einſicht: über alle, von der klimatiſchen Lage abhängige Verhältniſſe des Bodens, in Beziehung auf deſſen Nutzbearbeitung, klar und in beſtimmten Werthen ausgedrückt vor Augen zu legen; denn kennt man die mittlere Luft- und Bodenwärme eines Ortes, den gewöhnlichen Gang ſeiner Gewitterbildungen und Windwechſel, ſo hat man damit ſchon die Hauptdata zur Löſung des letzten Theils der Aufgabe, und vorausgeſetzt, daß richtige Bodenpflege in Anwendung kommt, läßt ſich nicht nur Voraus beſtimmen: was der Boden leiſten kann, ſondern, mit Hinzuziehung der angewandten Botanik und Agriculturchemie auch: welche Pflanzen es ſind, die man ihm hoffnungsvoll vertrauen darf. Es verſpricht daher eine mit gehöriger Umſicht geleitete Geſammtbeobachtungsfolge der Luftveränderungen einer Gegend dem Staate, der ſie zur Aus- und Durchführung bringt: weſentliche Vortheile. Würde die Ausgabe für die Barometer zu beträchtlich, ſo könnte man ſich zunächſt an der Verabreichung guter Thermometer genügen, oder, wenn dieſes Alles noch zu koſtbar und darum unausführbar erſchiene, wenigſtens von Staatswegen dafür ſorgen: daß im Lande nur richtige meteorologiſche Inſtrumente zum Verkaufe zugelaſſen würden, und daß kein Inſtrument der Art ins Land gebracht und in demſelben feil geboten würde: das nicht zuvor von der dazu beſtellten Commiſſion als vollkommen richtig und zweckgemäß erklärt worden wäre.

4) Eine allgemein gewordene Luftbeobachtung, unterſtützt von zuverläßigen Inſtrumenten, und veranſtaltet von im Beobachten geübten gebildeten Männern (z. B. Aerzten und Apothekern) würde auſſer den obigen Vortheilen auch noch ſolche gewähren, welche dem Heilkünſtler zufallen, in ſofern er mit der klimatiſchen Lage ſeines Wohnortes und ſeiner Gegend genau bekannt ſeyn muß, wenn er ſich in den Stand geſetzt ſehen will: das Studium der herrſchenden Krankheits-Conſtitutionen und der allgemeineren Erkrankungs-Erſcheinungen der Mitbewohner ſeiner Gegend an beſtimmte Geſetze der Klimatologie knüpfen zu können; eine wiſſenſchaftliche Verknüpfung, die ſich in dem Verhältniß mehr geltend macht, als die Zahl jener Aerzte zunimmt, welche die Kunſt zu heilen anerkennen: als den für die lebende Menſchheit wichtigſten Zweig der angewandten erfahrungsgemäßen Naturwiſſenſchaft.

Drittes

Drittes Kapitel.

Von den unſichtbaren Luftmeteoren.

§. 229.

Die unſichtbaren Luftmeteore zerfallen in Wärme-wechſel-erzeugende oder Thermometeore, wehende oder Anemometeore, elektriſirende oder nicht ſichtbare Elektrometeore und in wäſſernde (luftfeuchtende) nicht ſichtbare Hydrometeore; vgl. I. §. 24, 32—33. Letztere beide bedurften bei ihrer Bezeichnung des nochmaligen Beiſatzes: nicht ſichtbare, da es unter den ſichtbaren Luftmeteoren ebenfalls elektriſirende (oder vielmehr theils, wie der Blitz ꝛc., die Elektricität ſelber verſichtbarende, theils von ihr auf eine ausgezeichnete Weiſe begleitete und geregelte) und wäſſernde, und letztere ſogar, nicht wie bei den unſichtbaren in der Einzahl (indem das einzige dieſen zugehörige Hydrometeor das Waſſergas iſt; a. a. O. §. 33), ſondern in großer Mehrzahl gegeben erſcheinen.

§. 230.

Die Thermometeore zerfallen in Stralwärme und Luftberührungs- oder Luftwärme. Die Stralwärme hat, wenn wir unſer Gefühl befragen, einen relativen Gegner in der „Stralkälte,“ und eben ſo die Luftwärme (in Luft aufgenommen, durch Luft verkörperte oder phyſiſch gebundene Wärme) in der durch Berührung mittheilbaren „Luftkälte.“ Jedes leibliche Weſen nämlich, was uns Wärme von einer Intenſität zuſtralt, größer denn jene,

welche wir in uns ſelber empfinden (alſo größer: denn die unſerer eigenen Lebenswärme) gilt uns als ein warmes, und mithin in Beziehung auf Stralwärme als ein Wärme-entſtralendes, Leibweſen hingegen, die uns Wärme zuſtralen von geringerer Intenſität als die unſerer eigenen Körperwärme, z. B. Eis ꝛc. nennen wir kältende Umgebungen, und in ſofern ſie aus meßbarer Ferne, den Geſetzen ſtralender Potenzen oder tönender Körper gemäß uns kühlen: Kälteſtraler. Und eben ſo empfinden wir Kühle oder Kälte der Luft, wenn die Intenſität ihrer durch Berührung mittheilbaren Wärme geringer, Wärme hingegen, wenn ſie größer als die unſerer eigenen Wärme iſt. Von dieſen Beſtimmungs-Verhältniſſen unſerer ſelbſt zur Wärme abgeſehen, bezeichnen wir das in den Dehnungswechſeln unſeres Gefühlsorgans Wirkende nur mit einem Namen, nämlich mit Wärme, weil ſich ein eigenthümliches Kälteprincip nicht hat nachweiſen laſſen, und weil alle Phänomene der Stralungs-, ſo wie der Berührungskälte ſich genügend erklären laſſen, aus der Annahme einer wirkenden Urſache. Es verhält ſich in dieſer Hinſicht mit der Wärme, gerade wie mit dem Lichte; wir nennen einen Körper dunkel oder finſter, wenn er Licht von geringerer Intenſität entſtralt, als ihm die Umgebungen zuſtralen, und hell oder leuchtend, wenn er Licht von größerer Stärke ausſtralt als jenes beſitzt, welches ſeine Umgebungen gegen ihn zurückſtralen, und wir können uns ſehr wohl vorſtellen, daß ein und daſſelbe Licht, wenn es in einem Punkte zuſammengedrängt wirkte, Hellung erzeugen kann, während es auf eine große Fläche verbreitet von jedem Punkte derſelben mit einer Intenſität von ſo geringem Momente reflectirt wird: daß es in dieſer Hinſicht gegen alles Strallicht der Umgebungen weit zurückbleibt, und daher die Fläche nicht erhellt, ſondern gedunkelt als eine finſtere uns wahrnehmen läßt.

§. 231.

Ueber die Natur der Wärme ſind die Phyſiker verſchiedener Meinung; die meiſten halten dafür, daß ein Weſen eigener Art, ein Ur- oder Grundſtoffes ſey, welches den Grund der Wärme (dieſes Wort als Bezeichnung der Wirkung genommen) enthalte. Minderung der vorhandenen Menge dieſes Wärmeſtoffes (Caloricum; franz. Colorique) erzeuge Kälte. Andere betrachten es lediglich als ein beſonders geartetes Bewegen des Aethers (der aber, wenn er etwas Anderes, als die den Himmelsraum erfüllende allgemeine Weltſubſtanz ſeyn ſoll, unerweislich iſt), ohne dieſe beſondere Artung beſtimmt zu bezeichnen, und ſetzen Wärme und Licht, ſofern ſie letzteres auch nur als das ſchwingende ſog. Ariſtoteliſche fünfte Element, nämlich als oscillirenden Aether auffaſſen, als dem Weſen nach gleich und als nur verſchieden dem Erſcheinen nach. Der Verf. dieſes Handbuchs hat in verſchiedenen ſeiner Schriften (in der erſten Auflage ſeines Grundriſſes der Chemie und ſeiner Experimentalphyſik; desgleichen in ſeiner vergleichenden Ueberſicht des Syſtems der Chemie) die Wärme betrachtet als Dehnkrafts-Aeuſſerung, die, wo ſie ungehindert hervortritt, excentriſche (dem Momente nach jedoch höchſt graduell verſchiedene, und daher entweder wärmende oder kältende) Bewegung der ſog. Atome erzeugt, und dann das iſt, was wir Stralwärme nennen, während im Licht nur die rein oscillatoriſche Bewegung der Atome, im Schalle hingegen nie Bewegung der Atome für ſich genommen, ſondern ſtets Bewegen der zu Körperganzen vereinten Atome gegeben erſcheint. Der Wärme wirkt hienach entgegen jede Art von Anziehung, und Wärme binden heißt: ſie mit den Ziehkräften des Bindenden ins Gleichgewicht bringen. Dieſe Bindung erfolgt aber: durch die Maſſe als ſchwere Materie (wo Maſſe, da iſt daher auch ſtets gebundene Wärme) durch dieſelbe als ausdehnſame Subſtanz; je mehr an ſich ausgedehnt ein und dieſelbe ſchwere Maſſe er-

ſcheint, um ſo mehr vermag ſie Wärme zu binden; um ſo mehr kommt es nämlich in ihr zur ungehinderten Entwickelung ihrer Ziehkräfte, und je weniger gehindert dieſe wirken, um ſo mehr vermögen ſie an Dehnkraft auszugleichen. Jedes Ausdehnen der Ausdehnſamen iſt daher an ſich ſchon ein gleichmäßig fortſchreitendes Wärmebinden; d. i. ein Aufheben der excentriſchen Atomenbewegung durch concentriſche Bewegung, bewirkt von der Ziehkraft der ſchweren Maſſe, deren Wirkſamkeit wächſt, wie die Freibeweglichkeit der Atome erhöhet wird. Was beim Wärmebinden der im Ausdehnen befangenen Maſſen (z. B. der im Verdünnen befangenen Luft) die allgemeine Ziehung, die Schwere leiſtet, das gewährt beim Zuſtandswechſel, in Verbindung mit Schwere, und daher deren Wirkung ſteigernd, die Cohäſionskraft der Tropfbaren und die Cohärenz (Kryſtallmagnetismus) der Starren; daher hier die Phänomene auffallend ſtarker Wärmebindung zu den gewöhnlichen Erſcheinungen gehören; und dort, wo ſich zu dieſen dreierlei phyſiſchen Wärmebindungsbeſtimmungen noch eine vierte: die kosmiſch-magnetiſche geſellt, wird das Bindungsmoment noch mehr erhöhet, und die daraus erwachſende Erſcheinung noch mehr zuſammengeſetzt. Auſſer dieſen viererlei phyſiſchen Wärmebindungsarten, dürften wir von chemiſchen ziehenden Wärmegegnern eben ſo viele annehmen, als es chemiſche Grundſtoffe giebt, wenn die unbedingte Einfachheit aller dieſer Stoffe ſich als für alle Zeiten unumſtößlich erweiſen ließe. Da aber die Chemiker ſelbſt von Zeit zu Zeit einen oder den anderen neuentdeckten Grundſtoff als ein Gemiſch befunden und demnach aus der Reihe der ſog. chemiſchen Elemente wieder geſtrichen haben, ſo darf man hoffen, daß dieſes Schickſal noch mehrere derſelben haben werden, und daß ſich mithin auch in gleichem Verhältniß die Zahl der chemiſchen Eigenziehungen vermindern wird. Die chemiſche Wärmebindung unterſcheidet ſich aber dadurch von der phyſiſchen, daß ſie

nur durch Miſchungsänderung des Bindenden abgeändert oder aufgehoben werden kann, während bei der phyſiſchen Bindung ſchon die Veränderung der Atomenferne und die gegenſeitige Berührung der ihrer Dehnung, oder ihrem Zuſtande nach ungleichen Wärmebinder hinreicht, das Bindungsmoment aufzuheben oder abzuändern. Wo beiderlei Bindungsbedingungen mitſammen wirken, geht hervor entweder die phyſiſch-chemiſche oder die „chemiſch-phyſiſche" Bindung; erſtere iſt gegeben bei der Wärmebindung durch Elektricität, letztere bei jener durch Adhäſion, deren Bindungsmomente, da ſie durch beiderlei Urſachen durch die phyſiſche und chemiſche zugleich bedingt ſind, eben darum auch einer größeren Mannigfaltigkeit hinſichtlich der Abänderung und Aufhebung (Wärmewechſelung und Wärmeentſtralung) unterliegen, als die nur phyſiſchen und die nur chemiſchen. Eine letzte Quelle der Wärmebindung bieten endlich daher die In-ſich-wechſelthätigen Körperganzen, d. h. die Lebweſen (oder lebenden Organismen); in ihnen iſt, wie es ſcheint die Wärme nicht nur geſondert phyſiſch, und geſondert chemiſch, und nicht nur phyſiſch-chemiſch und chemiſch-phyſiſch gebunden, ſondern, ſo lange die Belebung (Beſeelung; vergl. Kap. VIII. m. Experimentalphyſik) andauert: auch organiſch, d. h. durch Ziehkräfte gebunden, die da wirken aus der Einung (Erhebung zur Einheit) aller phyſiſchen und chemiſchen Ziehbeſtimmungen des ſelbſtthätigen Ganzen, und dürfen wir, das Gebiet des Naturforſchers verlaſſend und in alſo verändertem Standpunkte nach dem letzten Grunde aller Anziehungs- und aller Dehnungs-Beſtimmung fragend, erſtere als die Urbeſtimmung zur Ergänzung, letztere als die Urbeſtimmung zur Selbſtentäuſſerung auffaſſen, ſo iſt in jeglichem Leibweſen oder Naturdinge, weil es nicht das Ganze (nämlich das Univerſum ſelber, ſondern nur ein Theil deſſelben) iſt, die Nothwendigkeit zur Ergänzung, und weil es ſich nicht durch ſeine Auſſenwelt (durch das, was auſſer ihm iſt) zu

ergänzen vermag, ohne ſein eigenes In-ſich-geſchloſſenſeyn aufzugeben, die Nothwendigkeit zur Entäuſſerung eine ewige, d. h. eine ſolche, die mit dem Daſeyn des Dinges ſelber ſteht und (wenn dieſes als aufhebbar gedacht werden kann) fällt. Eine ſchulgerechte Entwickelung dieſer und und obiger die Wärme betreffenden Anſicht findet man in der Einleitung zu meiner Experimentalphyſik (S. 1 ff.) und Kap. XI. S. 551 daſelbſt, ſo wie zum Theil auch in m. Einleitung in die neuere Chemie und in m. Vergleichenden Ueberſicht des Syſtems der Chemie (Halle 1814. 8. und 1821. 4.), und zwar am erſt gen. Orte mit Rückſicht auf das allgemeine Erregungsgeſetz der Natur, dem zufolge nicht nur ſchon zur Thätigkeitsäuſſerung gelangte Naturkräfte und Naturgewalten (das ſind die aus dem Verein von verſchiedenen Kräften hervorgegangenen Wirkſamkeiten), ſofern ſie nicht gleichwerthig (gleichartig) ſind: bis zur Ausgleichung (Herſtellung des Kraftgleichgewichtes) auf einander einwirken, ſondern dem gemäß die Einwirkungsgegenſätze ſich wechſelſeitig hervorrufen, oder, was daſſelbe ſagen will, zur entſprechenden Entwickelung gegenſeitig beſtimmen. In der Phyſik nannte man ſonſt ſolche Erregung: die Vertheilung (z. B. magnetiſche, elektriſche Vertheilung, die eintreten: wenn z. E. + M eines Magnets an dem ihm zugewendeten Eiſenende — M, und damit an dem abgewendeten Ende zugleich + M, und wenn — E am iſolirten Conductor + E und an deſſen abgewendeten Ende — E, oder umgekehrt, wenn — M : + M — M und + E : — E + E zur Wirkſamkeit und damit zur Wahrnehmbarkeit bringt) für die Chemie wählte ich in ähnlichen Fällen (wenn z. B. eine Säure eine weder ſaure noch baſiſche Subſtanz zur „Baſicität," oder wenn eine Baſe die unentſchiedene Materie zur „Acidität," oder ein Zünder den Brennzünder zur Entwickelung der Thätigkeit des Brenners, oder ein Brenner den Brennzünder zum Wirken nach dem Geſetze der Zünder ꝛc. ꝛc.

beſtimmt) den, wie es mir ſchien, paſſenderen und genauer bezeichnenden Ausdruck Gegenforderung und nannte das Geſetz daher: das der chemiſchen Gegenforderung (z. B. Geſetz der Säureforderung, Baſeforderung ꝛc.); wie ausführlich zu leſen ſteht in dem 2ten B. m. Theorie der Polytechnochemie (Eiſenach 1828. 8. S. 67). Sich gegenſeitig fordernd zeigen ſich nun aber nicht nur die polaren Gegenſätze des Magnetismus, und die Ausgleichungsentgegnungen der Elektricität und des Chemismus, ſondern die phyſiſchen allgemeinen Grundbeſtimmungen der Ziehung und Dehnung (Anziehung und Ausdehnung) wie erſtere ſich äuſſern in den Thätigkeitsverhältniſſen der Schwere, der Cohäſion und der Cohärenz, und letztere ſich kenntlich macht als ſog. Condenſations- und als Reibungswärme; a. a. O. 94 ff. und I. 298.

§. 232.

Die einzelnen Thermometeore ſelbſt, nämlich die Stralwärme (des Feſtlandes, der Wolken und der Nebel; ſo wie die mit ſehr verminderter Intenſität, oder die ſog. „Stralkälte" des Schnees und der Eisfelder, des fallenden Hagels ꝛc., der Gletſcher u. ſ. w.) und die Luftwärme (ſowohl die ohnfern der Waſſerſpiegel, wie auch jene in der Nähe der Berge, die in den Thälern und Höhlen, in den Tiefen und in den verſchiedenen Höhen) ſind ſowohl an ſich, als auch rückſichtlich ihrer Entſtehungs- und Aenderungsbeziehungen zum „Lichte" und zur „Elektricität" und „Bodenwärme," und in Abſicht auf Vorkommen, ſo wie ihren Abänderungen, Wirkſamkeiten und Wirkungsweiſen nach im Vorhergehenden ausführlich beſchrieben und erläutert worden; vergl. I. S. 24 ff., 226 ff., 255, 270, 302, 310, 313—372, 482 ff. II. 1ſte Abth. 49 ff., 2te Abth. oben S. 94 ff., 141 ff., 207 ff., 220 ff. Hinſichtlich ihrer Verbreitung möge jedoch, der Vollſtändigkeit wegen, noch hinzugefügt werden, daß die Stral-

wärme demſelben Geſetze folgt, dem Licht und Schall unterliegen: vom einen Puncte ausgehende Wärme-, Licht- und Schallſtralen (Dehn- und Schwingwellen der Atome, und Stoßwellen der Körper) verbreiten ſich geradlinig divergent nach allen Richtungen in einerlei Medium mit einer Wirkſamkeits-Abnahme (Intenſitäts-Verminderung) die ſtatt hat im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der (zunehmenden) Entfernung, und mit einer Geſchwindigkeit, die nach allen ſolchen Richtungen, die nicht mit der Richtung der urſprünglichen Atomen- oder Körper-Welle übereinſtimmen, verſchwindend klein wird, gegen jene Wellenfolge: welche in dieſer Richtung ſtatt hatte, und zwar iſt dieſer Geſchwindigkeitsunterſchied beiderlei Wellenfolgen (jener, der urſprünglichen Wellenrichtung entſprechenden, durch die ganze Fülle der Urſprungswelle in ebenmäßiger Größe erzeugten, vielleicht nicht unzweckmäßig mit: Central- oder Vollwellen zu bezeichnenden Oscillationen und der durch Seitenwirkungen derſelben urſprünglichen Welle erzeugten Nebenwellen) *) um ſo größer: je größer überhaupt die Geſchwindigkeit iſt, mit

*) Jene Phyſiker, welche Licht und Wärme von beſonderen Stoffen ableiten, ſey es nun, daß ſie ſich dieſelben als kleinſte, geſondert beſtehende harte Kügelchen oder als zuſammenhängende, ausdehnſame Flüſſigkeiten vorſtellen, erklären jenen Unterſchied aus dem Verhältniß des centralen Stoßes zum ſchiefen Stoße; allein, da der ſenkrecht geworfene Körper gerade den größten, die ſchief geſchleuderte hingegen geminderten Widerſtand des Mediums zu befahren hat, ſo ſollte man von dem Obigen das Gegentheil erwarten, zumal in Fällen, wo es ſich nicht von Reflexion des Lichtes oder der Wärme, ſondern von urſprünglicher Entwickelung derſelben handelt. Will man aber hiebei gar keinen Widerſtand des Mediums gelten laſſen (was bei Annahme von Stoffen, ſie mögen ſo fein gedacht werden, wie ſie wollen, durchaus unbegreiflich bliebe), ſo ſieht man doch nicht ein, warum ein Fluidum, das ſich vom Punkte aus nach allen Richtungen verbreitet, darum nur nach einer die größte Geſchwindigkeit erlangen ſollte.

der hiebei bewegt wird. Aſtronomiſchen Beſtimmungen gemäß iſt aber die Secunden-Geſchwindigkeit des Weiß-Lichtes, gleich 40000 geogr. Meilen, und den Unterſuchungen der Phyſiker zufolge die der Stralwärme wahrſcheinlich nicht viel kleiner, die des Schalles hingegen in trockner Luft nur gegen 332,05 Meter. Ueber die Verbreitung der Wärme durch Gaſe, wohin auch die Luftwärme gehört, ſ. oben S. 230 ff.

§. 233.

Anemometeore.

Die Luft iſt nie im vollkommenen Gleichgewichte ihrer Bewegungskräfte; ſie ruhet nie, aber ihre Bewegungen ſind nicht immer fortſchreitend; nur wo letzteres bis zur fühlbaren Merklichkeit beſchleunigt hervortritt, nennt man im Allgemeinen ihr Bewegtſeyn: Wind; denſelben nach Stärke und nach Zuwehungsrichtung bezeichnend und benennend (oben S. 325) und wo ſolche Bewegung in Abſicht auf Fühlbarkeit verſchwindet, ſey es durch Entfernung der Urſachen der Windesentſtehung oder durch ſenkrechtes Entgegenwirken gleich ſtarker Winde, dort ſpricht man von Windſtille. Letztere wird am häufigſten beobachtet, fernab von den Küſten, auf weit verbreiteten Meeren, oder auch auf ſehr ausgedehnten Steppen; weil hier die Hinderniſſe der Verbreitung fehlen, und die Mittel zur örtlichen Neuerzeugung von Winden entweder abgehen, oder doch ſo allmälig zur Entwickelung gelangen, daß ihr Thätigkeitsmoment in kurzen Beobachtungszeiten für die Wahrnehmung ſo gut wie verſchwindet.

§. 234.

Von den Winden verſchieden zeigte ſich ſeinen Entſtehungsbedingungen, wie ſeiner (nur mittelbaren) Merkbarkeit nach das Wogen der Luft; in ſofern die dabei vorkommenden Fortſchritte im Bewegen: unwahrnehmbar er-

ſcheinen, und ſtatt deſſen ſich der Beobachtung nur ſtellen: die, ſolches an ſich unwahrnehmbare Fortſchreiten herbeiführenden allmäligen Dehnungswechſel und damit verknüpften Dichteänderungen der, dem Beobachtungsorte mehr oder weniger verbliebenen, oder ihn nur innerhalb langer Dauern wechſelnden Luftſchicht. Da, vorzüglich auf dem bebaueten Feſtlande, Windſtille zu den Seltenheiten gehört, ſo werden ſich örtlich freilich wenige Luftwogungen nachweiſen laſſen, die der Wind nicht abändert, und umgekehrt wird kein Windeswehen empfunden werden, das von Luftwogen nicht begleitet wäre. Das Luftwogen verräth das Barometer, mit ſeinen Bebungen und zum Theil auch durch ſeine Schwankungen (oben S. 241 ff.), das „Wehen des Windes" weiſt mit Beſtimmtheit nach: die „Windfahne" und der „Windmeſſer" (oben S. 322 ff.); zu erſterem gehören die Phänomene der atmosphäriſchen Ebbe und Fluth und jene nicht minder ſich wechſelnd erneuenden der erwähnten Barometerſchwankungen (oben S. 257 ff.); letztere läßt man, der Unterſcheidung wegen, zerfallen entweder: in beſtändige (oben S. 249) und veränderliche (jeweilige, oben S. 251), oder ihrer Geſchwindigkeit nach und der hieraus, ſo wie ihrem Umfange nach erwachſenden Stärke (oben S. 325), oder ihren phyſiſchen Beſchaffenheiten und chemiſchen Eigenſchaften gemäß in trockne und feuchte; kalte, warme, ſchwüle und heiße; in elektriſche und nicht merklich Elektricitäts-beladene; in duftige, ſalzige ꝛc. (oben S. 244 ff.) ꝛc., oder ihrem Urſprunge nach, in Winde der einzelnen Zonen (Aequatorial- und Polarwinde) Winde der gemäßigten Zonen; Steppen- und Moorlandwinde, See- und Landwinde, vulkaniſche und Erdhöhlenwinde ꝛc. I. 44 und oben S. 51 ff.) oder auch: nach Maaßgabe der ſie begleitenden, oder der von ihnen begleiteten, ſie erzeugenden oder aus ihnen hervorgegangenen einzelnen übrigen Luftmeteore und täglichen Veränderungszeiten der Luft (z. B. Gewitter, Regen ꝛc. Winde; Winde kurz

vor und beim Aufgang und kurz nach und während des Untergangs der Sonne; Schneewinde, Hehrrauchwehen ꝛc.), ſo wie endlich auch der Allgemeinheit und Beſondernheit ihres Urſprungs nach, z. B. Wehen erzeugt durch die Axendrehung der Erde, Winde bewirkt durch Trübung der Sonne, durch vortretende Wolken, ſo wie Luftwehen erzeugt durch Sonnenfinſterniſſe, u. ſ. w.

§. 235.

Beſtändige Winde ſind jene, welche durch dieſelben ſich fortdauernd erneuenden Urſachen zum Entſtehen gebracht, eben darum, wenn auch in verſchiedenen Graden der Stärke, doch in denſelben Richtungen zu wehen fortfahren; jeweilige hingegen die, deren Entſtehungsbedingungen in gewiſſen Zeiten ausſetzen, in anderen ſich aber wieder erneuern und die daher in ihrem Wirken in verſchiedenen Graden der Stärke und auf mannichfache Weiſe unterbrochen werden; jene unter den letzteren, welche dabei ihre Richtung ändern, oder mehr naturgemäß ausgedrückt, welche hiebei in neue Winde von andern Richtungen übergehen, werden vorzugsweiſe veränderliche, und wenn ſie für jede der Wechſelrichtungen ſtets gleich große, oder nahe gleiche Zeiten einhalten, periodiſche Winde genannt. Die beſtändigen und die periodiſchen (zeitgemäß wechſelnden, oder wechſeldauernden) Winde heißen auch, erſtere in Beziehung auf Gleichförmigkeit der Richtung, letztere hinſichtlich des bei jeder neugewonnenen Richtung bis zum Wiederumſchlagen ſtatt habenden gleichen Zeitverbrauchs: regelmäßige, im Gegenſatz der unregelmäßigen, weder an Zeit noch an Ort gebundenen, und, den einzelnen entgegen: allgemeine, ſofern ſie nicht einzelne Gegenden, ſondern ganze Erdtheile beſtreichen und nicht von Entſtehungsbedingungen abhängen, die einzelnen Orten, ſondern ganzen Erdſtrichen angehören.

§. 236.

Zu den beſtändigen Winden gehören die regelmäßigen Oſtwinde der heißen Zone, der Nordoſt dieſſeits, und der Südoſtwind jenſeits des Aequators, oder die ſog. Paſſatwinde (Trade winds, Vents alizés); oben S. 249 ff., 273 ff. Sie verdanken ihr fortdauerndes Werden der andauernden ſtarken Erhitzung der Aequatorialgegenden und der ungleichen Schwunggewalt der in Axendrehung begriffenen Erde; durch erſtere Urſache ſchnellt die in Drehung befangene Luft innerhalb der Wendekreiſe unausgeſetzt in die Höhe, um, oben angelangt, gegen die Pole abzufließen, durch letztere bleibt die unten aus höheren Breiten nachſtürzende kältere Luft, von Weſten gegen Oſten hin etwas zurück, weil hier die Axendrehungs-Schwunggewalt der Erde kleiner iſt, als unter dem Aequator, und weil zum Nachfließen der Luft auſſerhalb der Wendekreiſe in die Aequatorialregion mehr Zeit erfordert wird, als zum Aufwirbeln der Luft der heißen Zone. Der hieraus erwachſende Widerſtand wird daher nach einer Richtung wirken entgegengeſetzt jener: in welcher ſich die Erde um die Axe dreht, und es wird dieſer Luftwiderſtand dort am ſtärkſten ſeyn, wo die Schwunggewalt der Erdoberfläche ihr größtes Moment erreicht, d. i. unter dem Aequator. Ueberhaupt aber wird die Stärke dieſes Widerſtandes, d. i. das Gegenwehen der Luft von Oſten nach Weſten für jeden Ort der heißen Zone ihr tägliches Maximum erreichen müſſen, nach dem Eintritt der ſtärkſten täglichen Erwärmung deſſelben, und daher innerhalb eines Parallelkreiſes von den öſtlichen Orten zu den weſtlichen fortrücken; und eben ſo wird das jährliche Maximum dieſer Stärke, ſoweit es nicht durch Gewitterſtürme, vulkaniſche Eruptionen und dergleichen: Abänderung erleidet (die allerdings von Zeit zu Zeit eintritt und manchmal Windſtille erzeugt, wo oſtweſtliches, oder nordoſtſüdweſtliches, oder ſüdoſtnordweſtliches Gegenwehen andauern ſollte) in jene Zeiten fallen, in welchen die

eine oder die andere, die ſüdliche oder die nördliche Halbkugel, die Sonne gerade über ſich hat; oben S. 274. — Uebrigens wehet dieſer Oſtpaſſat nicht genau unter dem Aequator: ohne nördliche oder ſüdliche Abweichung, weil die nachfließende Luft der ſüdlichen Halbkugel kälter und daher mit größerer Druckgewalt begabt erſcheint, als die nördliche; weshalb man denn auch, zur Zeit der nördlichen Abweichung der Sonne, noch etwas über den Aequator hinaus, nordwärts jene Zone verſpürt, in welcher der Paſſat genau oſtweſtwärts ſtreicht; oben S. 249—251 *). Ueber den beſtändigen, oder vielmehr vorherrſchenden Weſtwind Belgiens, und angrenzender Länder des Continents; a. a. O. Weſtwärts von Europa bietet der Ocean andauerd große Maſſen kühler Seeluft, oſtwärts das viele Feſtland zur Sommerszeit ſtark erhitzte, aufſchnellende Luft dieſer Weſtwinde iſt daher für größere Zeiträume, was der Seewind für Stunden des Tages.

§. 337.

Die periodiſchen Winde wechſeln regelmäßig entweder in beſtimmten Zeiten des Tages, wohin die Land- und Seewinde (oben S. 209 Bem. 3), ſo wie für manche Gegenden auch die Gebirgs- und die Thalebenen-Winde (oben S. 273) gehören, oder in nicht minder ge-

*) Abgeändert nicht nur, ſondern gänzlich unterdrückt wird der Oſtpaſſat für mehrere Gegenden, durch kalte Gebirgsluft, für andere durch überwiegende Seewinde. So wehet, in Folge der kalten, von den Cordilleren herabſinkenden Luft von Chile bis Panama, längs der Küſten faſt ununterbrochen Südwind, ſo auf Guinea faſt beſtändig Südweſt, wegen der in Maſſe zu ſtürzenden Seeluft, welche in dem Verhältniß beſchleunigt, landeinwärts dringt, als die Luft oberhalb der großen Sandwüſte Sahara mehr erhitzt wird; es drängt ſich dann mit großer Gewalt der kalte Seeluftſtrom zwiſchen den Gebirgen weſt- oder oſtwärts Guinea hindurch zu jener Wüſte; die dort aufſchnellende Luft erſetzend.

regelten Abſchnitten des Jahres. Zu dieſen gehören, auſſer den oben S. 251 Anm. erwähnten, die vorzugsweiſe Wechſelwinde genannten Winde der Jahreszeiten, oder Mouſſons (Muſſons*), Monſoons; Motiones) die man in alljährige, halbjährige (die eigentlichen Mouſſons) und monatliche eintheilt.

1) Die Land- und Seewinde werden auch ſtündliche Winde genannt. Die Wind- und damit die Wetterſeite der Gebäude iſt in Belgien, und im weſtlichen Deutſchland, und öſtlichen Frankreich die Weſtſeite.

2) Zu den alljährigen Winden (venti anniversarii) gehören die Etesiae der Griechen; Ornithiae nannten ſie jene, welche im Frühling, „wenn die Vögel widerkehren" Griechenland zuweheten, Chelidonii insbeſondere jene, welche begleiteten die Widerkehr der Schwalben, und Rhodones jene, welche herrſchten zur Zeit beginnender Roſenblüthe; Etesiae und Chelidonii wehen nur am Tage und ſchweigen des Nachts, erſtere kühlen die Hundstage, letztere wärmen aus S. kommend zur Winterszeit. — Statt des ganzen, von der Zuwehungsrichtung entlehnten Namen wählt man der Kürze wegen, wie auch im Vorhergehenden häufig geſchehen, zur Bezeichnung der Winde die lateiniſchen Anfangsbuchſtaben; alſo O. ſtatt Oſtwind (Solanus), W. ſtatt Weſtwind (Favonius), S ſtatt Südwind (Notus, Auster), N. ſtatt Nordwind (Boreas, Septentrio), NO. ſtatt Nordoſt (Aquilo), NW. ſtatt Nordweſt (Caurus), SW. ſtatt Südweſt (Africus) und SO. ſtatt Südoſt (Eurus). Die beſtändigen, täglich wenigſtens mehrere Stunden gleichförmig blaſenden Winde werden im Holländiſchen bezeichnet durch doorgaende Winde, die unbeſtändigen mit variable Winde; Land- und Seewinde: Land-Winde und Winde uyt de Zee. Die Portugieſen nennen dieſe Winde: Terreinhos und Viraconos.

3) In der Provence nennt man den Nordweſtwind Mistral (Skiron der Griechen; Cercius der Römer). Als die Berge in der Provence noch bewaldet waren, gehörten die Miſtral's zu den wohlthätigen und erwünſchten Winden; jetzt werden ſie in der Regel gefürchtet. Sie wehen ſelten gerade aus NW., ſondern gewöhnlich aus WNW oder NNW. Im letzteren Fall ſind ſie am meiſten gefürchtet, weil ſie nicht ſelten das Thermometer um 7 bis 8 R'ſche Grade herabdrücken, und zumal wenn ſie lange andauern,

---

*) Von dem Malayiſchen Worte Muſſin; Jahreszeit.

den Pflanzen ſehr nachtheilig werden — indem ſie dieſelben austrocknen, und, näher den Küſten, ihre Oberhaut mit Salz ſchwängern. Gewöhnlich wehen ſie nur ſtoßweiſe, und in der Regel: unter einem Winkel von 20° Neigung gegen den Horizont. Darum konnten ſie ſonſt durch Waldungen abgehalten und gemäßigt werden; ein 10 Meter hoher Saum von Cypreſſen oder Pappeln ſchützt daher ſchon ein 30 Meter breites Feld, und Hecken, wie Schilfbüſche, von 8 — 12 Meter Breite dienen gegen ihn für nahe Anpflanzungen zum Schutzmittel.

4) In den Monaten October, November und Januar begünſtigt der Nordwind die Fahrt nach Braſilien in ſo hohem Grade, daß Schiffe, die ſchon im März von Europa ausſegelten, doch nicht eher jenen amerikaniſchen Kaiſerſtaat erreichen, als die im October Europa verließen. Die Oſtwinde der Linie nennt Gordon Breezes. An der Seite der Wendekreiſe, in der Breite von 28° — 30° weht ein beſtändiger Weſtwind; dieſer führt jene Schiffe, welche nicht auf demſelben Wege zurückkommen können, wegen des Oſtwindes, ſondern nordwärts längs der Küſte bis Havanna ſegeln müſſen, von hier aus bis zu den Azoren.

5) Die oben S. 249 Anm. erwähnte Verwechſelung der eigentlichen Mouſſons mit den Paſſatwinden rührt wahrſcheinlich daher, daß letztere innerhalb der Wendekreiſe, in der Aequatornähe ein halbes Jahr hindurch als Südoſt, und das darauf folgende als Nordoſt vorherrſchen; zwiſchen dem 10ten und 28ſten Grad ſüdlicher Breite wehet das ganze Jahr hindurch SO zu Oſten (Meseurus). Der Meses (NO), deſſen Plinius gedenkt, ſcheint auch hieher zu gehören; wie denn überhaupt auch die Paſſatwinde den Anſchein gewähren können, als ob ſie zu Zeiten über die Wendekreiſe hinaus ſich in beträchtliche Fernen erſtrecken, weil ſie hier gerade von in einzelnen Gegenden entſtehenden öſtlichen Winden fortgeſetzt werden.

6) Lampadius führt in ſeiner Atmoſphärologie folgende Mouſſons als die bekannteſten auf:

Zwiſchen Madagaskar und den africaniſchen Wüſten SO, vom October bis zum Mai; übrigens W.

Zwiſchen Arabien und Malabar, vom April bis October SW; ſonſt NO.

Zwiſchen Madagaskar und Sumatra, vom Mai bis October SO; ſodann NW.

Von Sumatra an längs der chineſiſchen Küſte, vom October bis Mai NNO; hierauf SW.

An der braſilianiſchen Küſte, vom September bis April NO, die übrige Zeit hindurch SW.

7) Zu den periodiſchen Winden verdienen auch gezählt zu werden die Winde großer Erdhöhlen, ſowie die Luftzüge der Bergwerksgruben. In letzteren, wenn ſie ſonſt gehörig angelegt worden, geht beſtändig ein Luftzug hindurch, deſſen Richtung im Sommer entgegengeſetzt iſt derjenigen im Winter; im Sommer wehet die Luft in den ſenkrechten Schacht hinein und zum wagerechten Stollen heraus; im Winter hingegen ſtrömt die Luft unveränderlich in den Stollen hinein und zum Schacht heraus. Im Sommer dringt die Hitze, im Winter die Kälte nicht ſo ſchnell durch das Geſtein in die Grubentiefe, um dort dieſelben Veränderungen in der Luft hervorzubringen, welche zu jenen Zeiten auſſerhalb der Grube ſtatt haben; die Temperatur der Grubenluft bleibt ſich daher in beiden Jahreszeiten nahe gleich, wirkt damit aber gegendrückend ſehr ungleich auf die zu einer Zeit wärmern, zur anderen kältern Auſſenluft. Zur Sommerszeit iſt nämlich die Stollenluft kälter als die ihr zur Seite (in nahe gleicher horizontaler Ebene) befindliche Auſſenluft; ſie überwältigt daher den Gegendruck der letzteren und dringt zur Stollenöffnung heraus. Dadurch entſteht eine Stollenluft-Verdünnung und damit Hinzuſtürzen der ſenkrechten Luftſäule im Schacht, die nun die Stelle der zum Stollen herausziehenden Luft erſetzt, dort Abkühlung erleidet (was zum Theil durch das in ihr ſtatt habende Verdampfen des Grubenwaſſers befördert wird) und nun wieder gegen die äuſſere Seitenluft andringt. Im Winter drängt ſich die kältere Luft in den Stollen und treibt die wärmere zum Schacht hinaus. Zwiſchen eine nur wenig geöffnete Stubenthüre gehaltene Kerzenflammen, deren unterſte in das wärmere Zimmer hinein weht, während die mittlere ſich in gerader Stellung behauptet, die oberſte aber aus dem Zimmer hinaus in die kältere Auſſenluft gerichtet wird (m. Experimentalphyſ. II. XI. Cap.), erläutern den Vorgang vollkommen.

§. 238.

Zwar minder geregelt wie die Wechſelwinde, aber doch zum öfteren für längere Zeiten eine gewiſſe geſetzmäßige Wechſeldauer verrathend zeigen ſich die heißen Winde: der Harmattan auf den Weſtküſten Afrikas, der Samiel oder Samum in den Sandflächen und angrenzenden Ländern Arabiens, der Chamſin Aegyptens und der Sirocco Siciliens und des übrigen Italiens ꝛc. Ihre Hitze verdanken ſie ſämmtlich den ſtark erhitzten Sandflächen, von denen ſie auch zum Theil aufſteigen; wo ſie ſtaubbeladen erſcheinen, trüben ſie den Himmel, und die Reibungselektricität ihrer Sandkörnchen iſt oftmals beträchtlich genug, nicht

nicht nur um an ſich ſelber elektriſche Erſcheinungen zu gewähren, ſondern auch: um Gewitterbildungs-Proceſſe der von ihnen erreichten fernen, an Waſſerdunſtbläschen reichen Lüfte abzuändern. Einige dieſer Winde ſcheinen übrigens an ſich ſelbſt weiter nichts zu ſeyn, wie: durch das Streichen über große Sandflächen, erhitzte Gewitterſtürme. Wehen ſie über Meeresflächen, ſo entlaſten ſie ſich größtentheils ihres Staubes (Spuren deſſelben nicht ſelten auf den Schiffen hinterlaſſend) ſchwängern ſich dagegen mit Waſſergas (und zum Theil mit in demſelben verdunſtenden Meerſalzen) und mit Nebelbläschen, und zeichnen ſich im letzteren Falle, wie auch, wenn ſie noch ſtaubbeladen wehen, durch eigenthümliche Färbung des Himmels aus. Sie bringen große Nachtheile, wo ſie noch wenig verbreitet, mit entſprechend wenig geminderter Intenſität wirken.

1) Nordwind, der in Europa mäßig trocken iſt und die Luft ziemlich heitert, zumal wenn er dem W-Winde folgt (oben S. 251) iſt in Africa meiſtens feucht und neblig; SW hingegen, der in unſeren Gegenden feucht und neblig erſcheint, zeigt ſich in Afrika trocken und heiter. Auf der Südhälfte der Erde iſt der S der kalte und der N der warme Wind, und umgekehrt, und nur in ſofern im Frühlinge oder Spätherbſte innerhalb der gemäßigten Zonen auf der erſteren Erdhälfte N und auf der letzteren S-Winde über viel Gebirgs-Eis hinweg wehen, bevor ſie die vom Aequator mehr entfernten Gegenden erreichen, verhalten ſie ſich für kurze Dauer in Abſicht auf Wärme umgekehrt. Auch jedes ſtarke Luftwehen, was als ſolches Verdampfung und damit Kälte fördert, bringt, zumal nach Sonnenaufgang, innerhalb des nördlichen (und ſo wahrſcheinlich auch innerhalb des ſüdlichen) Polarkreiſes, ſehr empfindliche Steigerung der ſchon an ſich ſehr beträchtlichen Kälte; auch wenn in den Nordpolargegenden der Wind unverwendet aus Süden weht. Uebrigens beſtreicht er auch um jene Zeit viele Eis bedeckte Gebirge und ſelbſt vieles Eis des Eismeeres. Ueber einen Südwind der in Norden anfing; vergl. Gilbert's Ann. XXXI. 438. Ueber entgegengeſetzte Richtungen des Windes in verſchiedenen Höhen a. a. O. XVI. 20—27. LVII. 217. Ueber die ſchädlichen Wirkungen des Sirocco; und überhaupt der trocknen Winde ſ. a. a. O. LXX 386. Ueber die Beſchaffenheit der Winde der Gebirgsklüfte und Hölen; XIX. 135. 139. Ueber die beim Wechſeln der Paſſate und anderer regulärer Winde erfolgenden Drehungen vergl. auch oben S. 367 und Dove in P's Ann. XIII. 583 ff.

2) Der Harmattan iſt ein Oſtwind, der entſteht und abgeändert wird wie der Oſtpaſſat, nur mit dem Unterſchiede: daß zwar weit verbreitete, aber doch einzelne Erdgegenden, die Sandſteppen Afrika's, ihn örtlich entſtehen und zum Ausbruche kommen laſſen. Er iſt auſſerordentlich heiß und frei von Waſſerdunſtbläschen, dagegen häufig ſehr ſtaubreich. Gewöhnlich entwickelt er ſich im April und beſtreicht dann nicht nur die Weſtküſte Afrika's, ſondern wird auf Malta, Corfu und den griechiſchen Inſeln noch merkbar, ja erreicht ſelbſt weiter nordwärts unſere vaterländiſchen Gegenden; vergl. a. a. O. XXX. 115 und einen Harmattan ähnlichen, beobachtet in Thüringen; ebendaſ. LVIII. 153. Wo er mit großer Innigkeit wirkt, ſpringen denen von ihm getroffenen Menſchen die Lippen auf, wird die Haut ſpröde, ſo daß Blut durch die entſtandenen Riſſe dringt, und ſtellen ſich innerhalb ſolcher Hautſprünge nicht ſelten vom Staube erregte, ſehr ſchmerzhafte Entzündungen ein; da er indeß, wo er mit ſolchem Nachdrucke wirkt, gemeinhin der Regenzeit auf den Fuß folgt, ſo iſt er denen in jenen Gegenden lebenden Menſchen doch gewöhnlich ſehr willkommen. — Noch furchtbarer ſind die Wirkungen des Samiel; denn nicht ſelten geſchah es, daß Reiſende, Kauffahrer, Pilgrimme ꝛc. ja ganze Heere von ihm aufgerieben wurden. Schon aus weiter Ferne her verkündet er ſeine Annäherung; wie der entfernte Seeſturm durch Kräuſeln des Meeres und eigenthümliche Grautrübung des Himmels, ſo der Samum (Gift) in Arabien und Syrien durch Röthung des Himmels und beginnendes Kräuſeln der Staub-erfüllten Luft der Wüſte. Kameele wittern ihn und rücken ſofort nicht von der Stelle, und den Reiſenden rettet oft nur das Niederwerfen auf den Boden mit demſelben zugewendetem, wohl verhülltem Geſichte; denn ſelten hält der Samum länger als einige Minuten hindurch an, nur bei Tage tritt er ein. Alle Kleiderporen durchdringend erzeugt er gemeinhin heftige, oft lebensgefährliche Hautentzündungen, und ſchwachem Wetterleuchten ähnliche Blitze durchzucken dabei, nächtlicher Weile ſichtbar und am Tage hin und wieder elektriſche Funkenentladung gegen den leitenden Leib des Reiſenden ſendend, die Lüfte. Aber ſeine Richtung iſt ſtark zugeneigt dem Horizonte, und auf den Gebirgen bleibt man von ihm unerreicht. — Von ähnlicher Art iſt auch der Chamſin (50 Tage nach den Nachtgleichen) und im geringeren Grade ſind es auch manche einzelne Steppenwinde Amerika's und Hochaſiens; I. 130 (über die Wüſte Sahara ꝛc. ebendaſ. 129) hingegen im ausgezeichnet hohen Grade der Sirocco, den man als eine Fortſetzung der heißen afrikaniſchen und aſiatiſchen Stürme betrachten kann, indem derſelbe von Staub mehr oder weniger entlaſtet, ſich ſtatt deſſen mit Waſſergas und Waſſerdunſt geſchwängert hat, und daher heiß erſtickend und erſchlaffend wirkt; zumal auf Sicilien, aber auch noch auf Malta, auf den griechiſchen Inſeln und über Griechenland hinaus. Auch in Deutſchland hatten wir zum Oefteren Spuren deſſelben; ſo, wie Lampadius erzählt (Atmosphärologie. S. 194) im April 1800, was indeß wahrſcheinlicher ein wirklicher Harmattan war, ſo aber auch in den Jahren 1822, 1825, 1827 und 1828 ſpurenweiſe in Süddeutſchland.

3) Kalte aus der Erde dringende Winde entwickeln unter andern auch die Höhlen des Monte Testaceo ohnfern Rom, jene von St. Marino, Cesi, Caprino etc.; vergl. I. 43. Heiße Höhlen; ebendaſ. S. 44. Daß dieſe kühle Luft zum Theil hinweiſt auf Verbindungen der Höhlen mit Schachte vertretenden höheren Spalten, laſſen die oben S. 368 beſchriebenen Luftzüge der Gruben vermuthen; indeß ſind dergleichen Spalten für jene Höhlen theils unbekannt, theils auch, wenn ſie vorkämen, unzureichend die zum Theil beträchtliche Kälte der ausſtrömenden Lüfte zu erklären, die um ſo auffallender iſt, als die Temperatur im Innern der Erdrinde mit Tiefe wächſt (Gilbert's Ann. LXXVI. 406 ff. Dagegen iſt bekannt: daß wo zuſammengepreßte Gaſe aus engen Oeffnungen hervorbrauſen, ſie, indem ſie ſich ausdehnend ihre Wärmecapacität vergrößern, beträchtliche Temperatur-Erniedrigungen zu erzeugen vermögen; oben S. 211.

4) Ob das hin und wieder in der Gegend der, in Abſicht auf Wirkungsweiſe ihrer Luftſtrömungen hieher gehörigen kalten Aeolushöhlen (I. 44) vernommene Windharfen: ähnliche Getöne dieſen Ausſtrömungen, oder vielmehr ähnlichen Urſachen zuzuſchreiben ſey, wie das Getöſe des Nakuhs (P's Ann. XV. 312 ff.) iſt zur Zeit noch unentſchieden. Letzteres iſt wahrſcheinlich das Erzeugniß einer durch herabrollenden Sand zum Entſtehen gelangenden Schallſchwingung zur Schallfortpflanzung ſehr geeigneter Sandſteingebirgsmaſſe, wie früher ſchon Seetzen aus eigenen Beobachtungen folgerte und neuerlich Ehrenberg beſtätigte. Längs der Küſte des Meerbuſens von Suez zieht ſich nämlich ein niedriges Sandſteingebirge hin, das ohngefähr 7 Stunden von Tor, am Sinai, in Form eines gegen 150 Fuß hohen Bergrückens gegen die Küſte hin ſteil abfällt, mit ſehr trocknem, grobem Quarzſande bedeckt iſt, und gegen das Meer hin ein offenes amphitheatraliſches Thal bildet. Jeder Fußtritt, den E. auf dieſen Sand that, erregte durch den in Bewegung geſetzten Sand ein Geräuſch, das nur weniger dauernd und weniger heftig war, als jenes, welches beim Höherhinaufſteigen durch Hinabrutſchen größerer Sandmaſſen hervorgebracht wurde. Mit leiſem Rauſchen beginnend, ging es allmälig in ein Murmeln, Summen, und zuletzt in ein Dröhnen von ſolcher Heftigkeit über, daß man es hätte fernen Kanonendonner vergleichen können, wenn es nicht mehr anhaltend und mehr gleichförmig geweſen wäre. Seetzen verglich den anfänglichen Ton deſſelben dem einer Aeolsharfe, den ſpäteren dem Brummen eines Hohlkreiſels und den ſpäteſten dem ſcheinbaren Erbeben der Erde. In der Phantaſie der Araber hat es Aehnlichkeit mit dem Tönen des El Nakuhs's, d. i. eines langen, horizontal aufgehängten Brettes, welches in den griechiſchen Klöſtern des Orients den meiſtens unterſagten Gebrauch der Glocken erſetzen muß; und ſo entſtand jene Benennung des erwähnten Felsgeräuſches. — Verſchieden von dieſem und A. v. Humboldts Vermuthung zufolge wirklichem Ein- und Ausſtrömen der Luft ſeinen Urſprung verdankend, iſt das Tönen mancher Granitfelſen am Orinoko, das ſich bei Sonnenauf-

gang hören läßt (erinnernd an das Tönen erkaltender eiſerner Keſſel; aber auch an das der — Memnonsſäule). Hingegen bietet einige Aehnlichkeit mit dem Nakuhs dar das ſog. Läuten der Bergglocke, deſſen Jacobs in v. Zach's monatl. Correſpond. (XXVII. 418) gedenkt und das entſteht, wenn man einen Stein in ſchiefer Richtung gegen einen trocknen Raſenboden ſo wirft, daß derſelbe abprallend ſprungsweiſe, bergabwärts fliegt, und je tiefer fallend, je heftiger aufſchlagend das Gebirgsgeſtein hie und da zum dumpfen Tönen bringt. Vergl. auch P's Ann. a. a. O. Vielleicht haben auch ähnliche Bedingungen mit Theil an den Sagen vom Lindenſchmidt, vom Zuge des wilden Jägers ꝛc. Ueber durch Verwitterung entſtandene Glocken-förmige Geſtaltung, des Granitfelſen Castillo, am Ufer des Orinoko; ebendaſ. S. 315 Anm.

§. 239.

Kurz vor Sonnenaufgang erhebt ſich täglich, am meiſten merkbar in der wärmeren Jahreszeit, ein mehr oder minder ſchwacher Oſtwind, weniger regelmäßig hingegen, und am meiſten merkbar im Frühling und Spätherbſte (oben S. 222 — 223) ein weſtlicher, für unſere Gegenden meiſt nordweſtlicher, bald nach Sonnenuntergang (a. a. O. und S. 237 Bem. 10). Beide ſind Erzeugniſſe des eingetretenen Temperaturwechſels und hängen zuſammen mit denen, an den genannten Tageszeiten bemerkbaren Luftwärmeminderungen.

1) Gegen die S. 222 und I. 334 ausgeſprochene Luftwärmeminderung durch Licht, das ſchief hindurch geht, ohne die Erde zu berühren hat Kämtz (in Schweigger's Journ. XXXXVIII. 35 ff.) aus Chiminello's Beob. zu zeigen geſucht: daß a) die Temp. 0h,54 = 32 Minuten vor Sonnenaufgang am niedrigſten ſey; b) daß die Tiefe der Sonne unter dem Horizont um dieſe Zeit etwas über 5° betrage, und daß das Minimum der täglichen Wärme ſehr nahe mit dem Anfange der bürgerlichen Dämmerung, (nach Lambert: wenn die Sonne etwas mehr denn 6° unter dem Horizonte ſteht) zuſammenfalle und daß, da die Stärke des Lichtes, welche die Atmosphäre gegen die Erde reflectirt, von dieſem Momente an ſehr ſchnell zunimmt (was Erwärmung der oberen Luft durch Licht und damit Reflexion von Licht und Wärme aus dieſer Luft gegen die Erde zur Folge habe) die bei dem Boden ſchief vorüber gehenden Sonnenſtralen der Erde nicht Wärme entziehen, ſondern, ofern ſie zur Erde reflectirt werden (was die zunehmende Erdbeleuchtung zeige) vielmehr zuführen müßten. Ich erwiedere hier-

auf α) ich berufe mich S. 334 des I. B. dieſes Hdbs. auf Chiminello als auf den Beobachter, der mittelſt genauer thermometriſcher Beſtimmungen bewieſen hat, daß kurz vor Sonnenaufgang wirklich die größte Kälte eintritt, ich füge aber aus eigener Beobachtung hinzu, daß der Eintritt ſelbſt (mehr oder weniger) plötzlich ſtatt hat, und ich kann in dieſer Hinſicht wohl an die Wahrnehmung aller jener Reiſenden appelliren, welche Nächte hindurch fuhren; zumal wenn zur Winterszeit der Himmel klar war: kurz vor Sonnenaufgang; β) zur genauen Erforſchung des Phänomens ſind indeß von Stunde zu Stunde eintretende Thermometerbeobachtungen nicht hinreichend, ſondern es bedarf dazu einſtündiger ununterbrochener Beobachtung (1 Stunde hindurch vor Aufgang der Sonne); γ) die Beſchaffenheit der Himmelsſchau (Facies Coeli) ändert das Phänomen mehr oder weniger ab; bei trübem Himmel wird allerdings ſo viel Erdwärme vom Himmel reflectirt, daß das Plötzliche der Kältezunahme der Wahrnehmung ſich entzieht; δ) wenn Kämtz bei Schweigger S. 35) bemerkt: er könne über die Richtigkeit oder Unrichtigkeit meiner Annahme (daß an der Erde vorüberſtralendes Licht die von denſelben durchſtralte Luft entwärme, wodurch Verdichtung und damit Senkung dieſer relativ entwärmten Luft eintritt) nichts ſagen, da er die von mir zur Beſtätigung angegebenen Gründe nicht verſtehe, ſo erlaube ich mir zu entgegnen, daß dieſes Schickſal alle jene Chemiker und Phyſiker nicht getheilt haben, welche die Vereinigung von Licht und Wärme zu Feuer, und die Scheidung des Feuers in Licht und Wärme für Proceſſe nahmen: der Hauptſache nach übereinſtimmend mit allen übrigen chemiſchen Miſchungs- und Zerſetzungsvorgängen. Geſteht man den gewichtigen Materien zu Vermögen Wärme zu binden und Licht ſowohl zu verſchlucken als auch nur temporär zu binden (bei den Phänomenen des Leuchtens durch Inſolation), ſo ſchreibt man damit auch zu: der Wärme — Anziehung zum Lichte, und dem Lichte — Anziehung zur Wärme (und wie groß dieſelbe ſey, oder vielmehr, wie ſich das gegenſeitige Faſſungsvermögen von Licht und Wärme verhält; würde man, jenem Zugeſtändniß gemäß erfahren, wenn man die Menge der Wärme und die des Lichtes beſtimmte, die ein und derſelbe Stoff in getrennten Verſuchen und bei übrigens gleichen Bedingungen zu binden vermöchte; denn iſt die Ziehung von a zu b, und die von b zu c bekannt, ſo iſt es damit auch die von a zu c), Robinſon's und v. Grotthuß's Verſuche lehren: daß die chemiſchen Wirkungen des Lichtes ſich ändern, je nach den Medien, die es durchſtralte; vermögen gewichtige Subſtanzen weſentliche Aenderungen im Lichte zu erzeugen (einmal zu bewirken: daß das farbloſe Licht reducirend, ein andermal, daß es keine Art von Reduction zu erzwingen vermag) und iſt das farbloſe Licht, ſo weit es Licht iſt, ſtets daſſelbe, ſo können dieſe Aenderungen nur Erfolge ſeyn, entweder einer Verbindung des Lichtes mit dem gewichtigen Stoffe zur neuen imponderabelen Potenz, oder einer ungleichen Wirkung der in jenen Medien gegebenen Bindungswärme auf das Licht; mir iſt die letztere Folgerung die wahrſcheinlichere, ſchon weil ſie mit der obigen An-

nahme der Nichtſtoffheit von Wärme und Licht (oben S. 355) nicht im Widerſpruche ſteht. Auch geht aus dem, was Sertürner über das Verhältniß von Licht und Wärme an Hiehergehörigem beigebracht hat (Deſſen kurze Darſtellung und ſein Syſt. d. Phyſik I. und II. Göttingen 1820. 8. vergl. oben S. 220 ff.) wenigſtens ſo viel hervor: daß wenn ſich beweiſen läßt, daß das Sonnenlicht der Erde vorüberſtralen kann, ohne ſie zu erreichen, es in dieſem Falle auch die obere Luft mehr oder weniger entwärmen muß. Dieſer Fall wird aber eintreten, wenn der Himmel helle erſcheint; denn ſelbſt die wenigen Lichtſtralen die dann noch von der oberen Luft nach unten zurückgeworfen werden, können den Beobachtungsort nicht erreichen, ihrer Schiefe wegen, ſondern müſſen eben ſo weit von demſelben entfernt weſtwärts rückfallen, als ſie gegen den Himmel des Beobachters gerichtet von Oſten her einfielen. Dieſe ganze Reflexion iſt aber ſo unbedeutend, daß ſie für die Sichtbarkeit zur verſchwindenden Größe wird; denn wäre das nicht, ſo müßte die Sonne, durch Rückſtralung ihrer ſchief einfallenden Stralen vom Himmel, weiter weſtliche Gegenden eher erhellen, als die näher gelegenen und mithin: eher, als den Beobachtungsort ſelbſt. Was aber in dieſen höheren Luftſchichten wirklich an Wärme entbunden wird durch das Einfallen der erſten Sonnenſtralen, findet dort bei trübem Himmel Dunſtbläschen genug vor, um, für Waſſergasbildung in Beſchlag genommen, gänzlich gebunden zu werden, und kommt mithin als Stralwärme der Erde auch nicht zu Gut, verhütet jedoch dann das zu Boden ſenken der oberen Luft und verhindert dadurch beträchtlich, in manchen Fällen vielleicht gänzlich, das Entſtehen größter Kälte vor Sonnenaufgang (d. i. einer Kälte größer, wie ſie gemäß der nächtlichen Erdwärme-Entſtralung eintreten ſollte).

2) Da indeß in der Naturwiſſenſchaft nicht Meinungen, ſondern nur Thatſachen entſcheiden, ſo bleibt obige aus Thatſachen abgeleitete Folgerung des Wirkungsverhältniſſes vom Licht zur Wärme ſo lange unangefochten, bis neue Thatſachen die Folgerungen aus den älteren entkräften; daß Chiminello's von Stunde zu Stunde fortgeſetzte Luftwärmemeſſungen, vermöge zu großer Abſtände der Beobachtungszeiten, den Eintritt des größten Kältemaximums überſehen ließen und daher nur Annäherungen zu demſelben gaben, dürfte auſſer Zweifel ſeyn für jeden, der es an ſich ſelber erfahren hat, was dieſes Moment größter Tageskälte ſagen will und wie es, bei klarem Morgenhimmel keinem als ein allmälig gewordenes, ſondern jedem, der ſich demſelben ausſetzt, als ein plötzlich hervorgegangenes ſich bezeuget. — Wenn aber die obere klare Luft durch das hindurch- und der Erde vorbei ſtralende Licht mehr oder weniger entwärmt wird, ſo müßte es ja beim Sonnenaufgange (alſo nach dem Eintreten größter Erdnähkälte) in den höheren Regionen wärmer ſeyn, als in den unteren; denn wenn dichtere, durch Licht erkaltete obere Luft ſich ſenkt, ſo muß dagegen dünnere, wärmere aufſteigen; und ſo iſt es auch; einige Zeit vor Sonnenaufgang iſt es auf mäßig hohen Bergen, zumal bei heiterem Himmel, empfindlich

kalt, bald darauf aber wird es merklich und auffallend wärmer, wie ich ſelber zum Oefteren erfahren habe und wie neuerlich auch Scott fand (Schweigger's Journ. LII. 376) in einer Höhe von 3400 Fuß engl., auf einem einzeln ſtehenden Berge. Einigen Theil an dieſer letzt erwähnten Wärme mochte übrigens auch wohl jene haben, welche das ſchon zuſtralende Licht am Beobachter und ſeiner nächſten Umgebung, vorzüglich an dem feſten Boden auf den er ſtand, entwickelte, aber dem Hauptantheile nach verdankt dieſe Wärme ihr Entſtehen den von der Erde her aufgeſtiegenen leichteren Luftſäulen, die jedoch nur zu ſteigen vermögen, nachdem die oberen ſich zu ſenken angefangen hatten. Die Senkung ſelbſt aber muß in der Richtung erfolgen, von welcher her die Lichtentwärmung ſtatt gehabt hatte, d. i. von Oſten her, was den oben erwähnten Oſtwind vor Sonnenaufgang zur Genüge erläutert, der gar nicht erklärbar iſt, wenn man eine ungewöhnliche Abkühlung der oſtwärts gelagerten oberen Luft nicht zugiebt. Lampadius meint zwar, es entſtehe dieſer Wind: weil die erſten am öſtlichen Horizonte der Erde vorbeigehenden Lichtſtralen die obere Luft weiter weſtlich erwärmen, was zur Aufhebung des Luftgleichgewichts und damit zum Nachſtürzen der öſtlichen Luft nach Weſten hin führe; allein ſolches Nachſtürzen würde nur die hohen, von der Erde weit entfernten Luftſchichten treffen und unten ein, wiewohl geringes Bewegen der Luft in der entgegengeſetzten Richtung, Weſtwind ſtatt Oſtwind, zur Folge haben.

3) Meinen Einwurf gegen Mayers Erklärung (I. 335 d. Hdbs.) der Kälte vor Sonnenaufgang, daß das Licht nicht ausdehne und daher zur Erhöhung der Wärmecapacität nicht beitrage, hält Kämtz (Schweigger's Journ. XXXXVIII. 40) für etwas kleinlich; mir gebührt über Größe (Gewichtigkeit) oder Kleine dieſes Einwurfs kein Urtheil, aber ſoviel iſt mir klar, daß Mayer dabei nicht an eine Vermehrung der Wärmecapacität der oberen Luft in Folge der Ausdehnung, welche Durchleuchtungswärme herbeiführt, gedacht haben kann; denn, wenn Luft durch Wärme ausgedehnt worden, ſo erlangt ſie dadurch keine größere Wärmefaſſungsfähigkeit; nur wenn ſie anderweit, z. B. mechaniſch ausgedehnt wurde, wächſt ihre Wärmecapacität. Jene Wärme, welche Luftdehnung bewirkte, gab mit ſich ſelber der Luft ſo viel zu faſſen, als dieſe dem gewinnenden größeren Umfange gemäß zu faſſen vermochte, befähigt ſie aber nicht auſſer dieſer Wärme, die ſolchen Dienſt geleiſtet hatte, noch neue Wärme aus den Umgebungen herbei zu hohlen. Ueberhaupt fragt ſichs aber: ob das Licht, zugeſtanden, daß es die Luft erwärme, dadurch Dehnung derſelben herbeiführen könne? Ich glaube — nicht füglich. Denn, wenn man nicht annimmt, daß dabei das Licht in Wärme verwandelt werde, ſo ſieht man nicht ein, wie die Luft durch die aus ihr ſelber entbundene Wärme ausgedehnt werden ſoll; da dieſe Wärme dem größten Theile nach als ſtralende Potenz entweicht, und dem hiebei verbleibenden Reſte nach nothwendig ſogleich wieder gebunden wird, dann aber offenbar weniger ausdehnen muß, als ſie ausdehnte, da ſie noch ungetheilt (beiſammen) war. Es bleibt jedoch

noch ein dritter Fall übrig: das Licht bringt die Wärme mit; nun, giebt man dieſes zu, ſo geſteht man auch ein: daß es eine Verbindung zwiſchen Licht und Wärme giebt, damit aber bejahet man, was ich erfahrungsgemäß vorausſetzte, als ich annahm: das Sonnenlicht wird nicht Feuer (nicht mit Wärme geſättigtes Licht), ſondern nur ein Wärme-haltiges Licht, ſofern es der Luft Wärme entzieht; geſchieht dieſes beim Zuſtralen des Lichtes zur Erde, ſo erwärmt es dieſelbe, abgeſehen von der Wärme, die es in ihr für ſich erregt, auch noch durch dieſe Begleitungswärme (oben S. 322), ſtralt es aber an der Erde vorüber, ſo entführt es dieſe Wärme, kühlt dadurch die Luft ab und macht zur Erde ſenken: kalte Luft *).

4) Wenn aber weder das Licht, noch die Wärme Stoffe ſind (oben S. 355 — 361), wie kann da eines gegen das andere vernichtend wirken? Stören ſich ja doch die verſchiedenen Bewegungen nicht, welche einen und denſelben ſchon bewegten Körper treffen (oben S. 6 — 7), z. B. auch Schallwellen nicht, die an mehreren Orten zugleich erregt werden; denn treffen ſie auch irgendwo zuſammen, ſo durchkreuzen ſie einander, und ſetzen ſich nach der Durchkreuzung in ihren urſprünglichen Richtungen unverändert fort. Wohl! Indeß wirken ſie doch an der Durchkreuzungsſtelle einander entgegen, woraus dann, je nachdem die Theile der ſich ſchneidenden Wellenſtücke in gleicher oder in entgegengeſetzter Richtung bewegt ſind, Verſtärkung (oder Schwächung) oder Aufhebung der Bewegung für dieſe Stelle eintritt. Auch iſt bekannt, daß complementäre Farbſtralen, wo ſie einander kreuzen, Weißlicht erzeugen **) und daß bei den Phänomenen

---

*) Kämtz findet auch darin einen Widerſpruch, daß ich im I. B. dieſes Handbuchs S. 258 die Entwärmung der Erde durch Vorüberſtralung des Lichtes als möglich darſtelle, während ich S. 298 die Erde gegen Entwärmung geſichert erklärte; aber ich ſelbſt hebe den ſcheinbaren Widerſpruch durch den Nachſatz in der erſten Stelle auf; denn die erſte Stelle ſagt: die Erde würde (durch Wärmeentführung mittelſt Licht) vielleicht ſchon entwärmt ſeyn, wenn ſie kein Vermögen beſäße, die Wärme wieder zu condenſiren (um, an und in ſich zu vereinen), in der zweiten aber: dieſem Vermögen gemäß würde ſie nie ihrer Wärme baar (gänzlich davon frei) werden, wenn die Sonne auch aufhörte ſie zu beleuchten. Man ſieht hieraus, daß letztere Stelle nur in anderer Form widerholt: was bereits der Nachſatz der erſten Stelle ausgeſagt hatte.

**) Im prismatiſchen Farblicht haben die zum Roth gehörigen Lichtwellen die größte, im „Violett" die „kleinſte" Länge; die Wärme nimmt darin ab vom Roth zum Violett, eben ſo die chemiſche Zerſetzungswirkung, die ſchon an der Grenze von Dunkelblau und Violett in Beförderung der chemiſchen

der Interferenz verſchiedene Lichtwellen zu einer Welle ſich vereinigen; daß dabei die Lichtſtärke erhöhet wird: wenn zwei einfache Lichtwellen, die von dem leuchtenden Körper aus bis zur Begegnungsſtelle gleich lange Wege zurückgelegt hatten, auf einander treffen, indem dann beide im Durchkreuzungspunkte im Zuſtande größerer Verdichtung oder Verdünnung ſich befinden, und mithin eine mehr verdichtete oder mehr verdünnte Welle, d. i. eine Summirungsvergrößerung der Leuchtung (größere Lichtſtärke) gewähren; ferner, daß dieſelbe Art von Erfolg eintritt, wenn die Differenz der Wege beider Wellen ein Vielfaches der Wellenlänge iſt, daß hingegen beide Wellen ſich ganz oder theilweiſe aufheben (je nachdem ihre Intenſitäten einander gleich oder ungleich ſind), wenn dieſe Differenz ein ungrades Vielfaches einer halben Wellenlänge beträgt; weil dann der verdichtete Theil der einen Welle in den verdünnten der andern fällt. Vergl. Youngs hieher gehörige Verſuche über die Interferenz, in Gilbert's Ann. XXXIX. 156 ff. Iſt nun ſchon zwiſchen Bewegungen gleicher Art unter gewiſſen Bedingungen gegenſeitige ſtellenweiſe Aufhebung möglich, ſo läßt es ſich auch zwiſchen denen analoger (theilweis ähnlicher) Art erwarten und es iſt demnach denkbar α) daß Lichtwellen und Stralwärme einander wechſelſeitig verſtärken, β) daß ſie ſich mit einander in der Weiſe vereinen können, daß eine der andern ſich unterordnet und γ) daß unter wieder veränderten Bedingungen beide einander aufzuheben vermögen; mithin auch: daß gebundene Wärme (d. i. in ihrer Gegenwirkung durch Ziehkräfte fixirte Dehnkraft) durch Licht in Stralwärme übergeht, die in derſelben Richtung entwickelt wird, in welcher der Lichtwellenſchlag eintraf, und die daher im obigen Falle der Hauptrichtung (dem Centralwellenſchlage) nach der Erde vorüber geht, und nur den Nebenwellenrichtungen nach ſich ihr zuwendet; oben S. 390. Wo aber zuvor fixirte Dehnkraft der Gegenwirkung der Ziehkräfte entäuſſert wird, vermehrt ſich die Intenſität der Wirkung dieſer Ziehkräfte auf ihren

---

Anziehung überſchlägt. Nach Fraunhofer drücken folgende Zahlen die Lichtſtärke der verſchiedenen Farbſtellen im Spectrum aus:

Aeuſſerſtes Roth,	Mitte von Roth	Orange,	Grenze von Orange u. Gelb,
32	94	640	1000
Grün,	Hellblau,	Zwiſchenblau, und Violett	Mitte von Violett.
480	170	31	5,6

Im Weißlicht haben alle Lichtwellen gleiche Umfänge und gleiche Größen; wenn daſſelbe in Farblicht zerfällt, ſo geht es über in Wellen von ungleicher Länge.

Träger (denn der eigentliche Gegner der Ziehkräfte iſt die Dehnkraft; ſ. oben a. a. O.) und damit nicht nur deſſen Dichte, ſondern auch deſſen nach Auſſen gewendete Anziehungswirkſamkeit, die daher auf die von der Erde zukommende Stralwärme einzuwirken vermag, während dieſe ſonſt von ihr durch Entgegnung nicht zur örtlichen Fixirung gebracht wurde. In Folge der größeren Dichte ſenkt ſich nun die Oberluft, und damit auch ihre die Stralwärme wältigenden, nach Auſſen wirkenden Ziehkräfte, und erzeugt theils durch dieſe Kräfte, theils weil ſie innerhalb der unteren Schichten größerer mechaniſcher Wiederausdehnung unterliegt auch hier Kälte. Dieſe Kälte wird übrigens auch gleich von vorn herein zu Wege gebracht dadurch, daß, indem obere Luft ſich zuſammenzieht und bevor ſie noch zu ſinken beginnt, die untere Luft, den entſtehenden leeren Raum ausfüllend, ſich mehr dehnt.

§. 240.

Je mehr verſchiedenartig die Beſchaffenheit eines Landes iſt, um ſo häufiger wechſeln über demſelben die Winde; indeß behauptet ſich doch, wenn die Bodenverſchiedenartigkeit nur bleibend iſt, auch in dieſen Wechſeln eine gewiſſe Geſetzmäßigkeit, die dort der Wahrnehmung ſich weniger entzieht, wo neben den bleibenden Einflüſſen, z. B. neben der gebirgigen und der Thal-Beſchaffenheit, der Durchwäſſerung des Bodens und ſeiner Sandebenen-Austrocknung ꝛc. ſo wie aller der aus der klimatiſchen Lage hervorgehenden Witterungsbeſtimmungen, in einzelnen Gegenden und an einzelnen Orten, vorzugsweiſe Boden und Lage vereint dahin wirken, um das hervorzubringen, was man hauptſächlich in Beziehung auf Gewitter-Wetterſcheiden zu nennen pflegt; ſo wie denn überhaupt die Gewitter es ſind, welche nicht nur die auffallendſten Abweichungen der beſtehenden Winde von deren ſonſtigen Regelmäßigkeit zur Folge haben, ſondern ſelbſt auch die häufigſten Urſachen darbieten zur Bildung ſog. unregelmäßiger und veränderlicher Winde. Am meiſten veränderlich unter dieſen, oder vielmehr im ununterbrochenen Aendern ihrer Richtung und ihrer Stärke befangen, ſind die Wirbelwinde, die, wo und wie ſie auch hervorgehen, ſtets doch entweder als Vorläufer der Gewitterentladung, oder als Begleiter deſſelben erſcheinen, und

wo letzteres der Fall iſt, theils den Character der Waſſer- oder Landtrompen annehmen, theils auch in weit verbreitete Stürme und Orkane übergehen; oben S. 326. Als heftige Stürme der Art ſind vor Allen bekannt der Eknephias und Typhon, nebſt einigen ähnlichen, welche durch ihr plötzliches Hervorbrechen ſchon die Aufmerkſamkeit der altgriechiſchen und altrömiſchen Naturforſcher im hohen Grade erregten.

1) Ueber die genannten Stürme und ähnliche vgl. Aristoteles Meteor. L.III. Seneca Quaest. nat. V. 12. und Plinius H. N. II. 48. Ueber Typhon und über die theils durch ausgezeichnete Meeresſtrömungen und Meerwirbel erzeugten, theils dieſelben begleitenden und vermittelnden Stürme: dieſes Hdbs. I. 447 — 468. Ueber Waſſer- und Landtrompen, oder Waſſer- und Windhoſen (engl. Spout; franz. Trompe; holländiſch een Hoose) a. a. O. 468 u. w. u. Plinius beſchreibt letztere und ihnen ähnliche Phänomene, dort wo er des Wirbelwindes (Turbo) und verwandter Erſcheinungen gedenkt (H. N. L. II. C. XLIX) und Lucretius entwirft von der vom Himmel zur Erde ſich ſenkenden Wirbelſäule (Columna) ein bezeichnendes Bild; De R. N. L. VI. Dem Eknephias ähnlich ſind die unter den portugieſiſchen Benennungen Travados, Hurricanos, oder Tornados bekannten, plötzlich einbrechenden Stürme an der Küſte von Guinea, und der Wind des Tafelberges; indem beide: Wolken ihr Entſtehen verdanken, welche aus beträchtlicher Höhe ſich mehr oder weniger ſchnell in die, durch ſtarke Bodenwärmung ſehr ausgedehnte untere Luft ſenken, und dabei von Moment zu Moment ſelbſt an Ausdehnung gewinnen, ſo daß ſie zuletzt ſehr beträchtliche Theile des Meeres und des Küſtenlandes ſtark überſchatten und im gleichen Verhältniß deren Luft abkühlen, daher dann von entfernten Seiten her die nicht beſchatteten Lüfte mit den beſchatteten in heftiges Gegenwogen gerathen; wie es auch bei uns, und überall wo Sonnenbeleuchtung die Luft ſtark erhitzte im freilich ſehr verjüngtem Maaße geſchieht, wenn zu ſolchen Zeiten eine Wolke vor die Sonne tritt, und wie es ſich jedesmal darbietet, wenn Gewitterwolken ſich bilden und den ſonſt klaren, von der Sonne beleuchteten Himmel plötzlich verdunkeln. Letztere, die Winde vor dem Gewitter (oder vielmehr: vor Donner und Blitz) nehmen aus obigem Grunde, wenn zuvor die Luft ſtark erhitzt war, einen den genannten Stürmen ähnlichen Character an und gehen nicht ſelten in die heftigſten Wirbelwinde, ſo wie in Land- und (auf der See) in Waſſerhoſen über. — Ueber Water-Spouts (Waſſerhoſen) Tornados und Hurricanos vergl. auch John Perkins in den Transact. of the American Soc. Vol. II. p. 108.

2) Der Wind von der Spitze des Tafelberges verkündet ſich bei heiterem Himmel und ſtiller See den Anwohnern und den Seefahrern durch eine kleine oberhalb des Tafelberges ſichtbar werdende Wolke, von der Größe einer welſchen Nuß (Wallnuß), genannt das Ochſen-Auge, die aber bald in ſolchem Maaße wächſt, daß ſie den ganzen Gipfel des Berges überdeckt, was, wenn es eintritt, von den Schiffern bezeichnet zu werden pflegt durch: die Tafel wird gedeckt und ihnen zum Warnungszeichen dient; denn wehe dem Schiffe, das nun noch ſäumt, ſich der Gefahr der Scheiterung und gänzlichen Zertrümmerung zu entziehen.

3) Auch die Wolkenbrüche veranlaſſen gewöhnlich heftige Stürme und bieten ſo im vergrößerten Maaße dar, was jeder fallende Regen minder auffallend gewährt, nämlich den Wind durch Waſſerniederſchlag (Exhydrias).

4) Einer beſondern Abänderung der Windhoſe gedenken Epicur (p. m. 538 seq.) und Seneca (N. Q. L. V. C. XIII); Erſterer bezeichnet ſie durch: πρηστήρ, Letzterer mit: turbo igneus; ihre gewöhnliche Benennung iſt feuriger (muthmaaßlich: blitzender?) Wirbelwind (Prester; vielleicht gehören hieher auch manche in den Schriften des alten Teſtaments vorkommende meteoriſche Bezeichnungen) ihn unterſcheidend vom heftigen Sturm-Wirbel des Landes und dem Orkane der Meere (Vortex, navigantium pestis; Plinius L. II. Cap XLVIII) — Die Indier (Hindus) nennen einen Sturm: Orankan; hieraus ſcheinen Portugieſen gebildet zu haben das Wort Ouragan und Deutſche: Orkan. Die Worte Olifant und Elephant (letzteres gebraucht zur Bezeichnung der Stürme) ſagen bei älteren Reiſebeſchreibern daſſelbe; vergl. Walther Schultzen's van Harlem Oost-indische Reise. Cap. II. 6 etc., 67.

5) Ueber Artung der Winde im Verhältniß zur Luftelektricität; ſ. oben S. 300 ff. Ueber Drehung der Winde und zurückſpringende Wirbel oben S. 251 und Lampadius: Beiträge zur Atmoſphärologie. — „Der Wind, welcher der Gewitterwolke vorangeht, folgt ihr auch; weht (wie gewöhnlich) ein kalter Wind von der Gewitterwolke her, ſo ſteigt auch das Barometer; aber nicht immer geht dem Gewitter ein kalter Wind vorher, ſondern oft ein ſehr warmer; Dove in P's Ann. XIII. 419—420. Jede plötzliche Wolkenbildung erzeugt ſtarke elektriſche Spannung (die Landleute nennen Platzregen ſehr richtig ſtille Gewitter) und jede Wolke wird um ſo ſtärker elektriſch, je entſchiedener der Niederſchlag iſt. Auch bleibt ſie nur dadurch Gewitterwolke, daß der heftige Niederſchlag fortwährend ſich erneuert, und verliert ihre ſtarke elektriſche Spannung, wenn die Bildung der Niederſchläge plötzlich nachläßt. Iſt alſo ein plötzlicher ſtarker Niederſchlag zur Gewitterbildung nöthig, ſo dürfen wir uns nur in der Windroſe die Bedingungen aufſuchen, welche dieſe erzeugen, um daraus Gewitter zu conſtruiren.

Die größten Temperaturdifferenzen finden wir bei S, SW, N, NO. Ein plötzliches Vermiſchen geſchieht aber am leichteſten dadurch, daß der kältere Wind dem wärmeren folgt. Ihre Verwandelung in einander muß eine Drehung: S, W, N ſeyn. Ehe das Gewitter heraufkommt, wird alſo ein ſüdlicher Wind wehen, nachher ein nördlicher. Dieſe Gewitter gehören alſo zu den Erſcheinungen der Weſtſeite. Da aber der kältere Wind zuerſt unten einfällt, ſo wird unmittelbar vor der Gewitterwolke der kältere nördliche Wind hervorgehen, das Barometer während des Gewitters raſch ſteigen, die Temperatur ſich nach demſelben bedeutend erniedrigen. Weil nun vor dem Gewitter zwei Winde einander gerade entgegen wehen, ſo wird dieſes eine Windſtille erzeugen, die wir drückende Luft nennen, die Hitze vor dem Gewitter, beſonders auch in der Höhe der Atmoſphäre, da der Südwind herrſchend war, bedeutend ſeyn. Folgen ſolchem Gewitter der Weſtſeite mehrere Gewitter raſch aufeinander, ſo kommt das folgende aus einer immer mehr nördlichen Gegend. Soll durch einen ſüdlichen Wind, der auf einen kälteren Wind folgt, plötzliche Vermiſchung entſtehen, ſo muß die Intenſität des ſüdlichen Windes bedeutend ſeyn. Solche Gewitter gehören alſo der Oſtſeite an; ſie müſſen höher ziehen und können ſich wegen der widerſtehenden kälteren Luft nur langſamer fortpflanzen. Das Barometer fällt während ſolcher Gewitter, während die Temperatur ſich erhöht. Da aber die Intenſität des ſüdlichen Windes bedeutend ſeyn muß, ſo ſind ſie am häufigſten eine Erſcheinung der fallenden Seite eines barometriſchen Minimums. Sie ſind im Ganzen ſelten. Uebereinſtimmend mit dieſen ſind die ſeltenen Gewitter der Weſtſeite: während des Zurückſpringens des Windes. Auch bei dieſen muß das Barometer fallen und die Temperatur ſteigen.“ Dove a. a. O. Als Beleg des Obigen bringt D. unter andern für die Gewitter der Weſtſeite Folgendes bei: 1) die Winde, die zur Zeit eines Gewitters in der Gegend von Paris wehen, ſind gewöhnlich SSW, SW, WSW; die zu Kiel gemeinhin SW; jene zu Danzig S oder SW, wobei der Unterwind ſchnell nördlich wird; zu Königsberg in Preußen: SW oder W. Eben ſo in Norwegen, Hamburg ꝛc. Die Wintergewitter Norwegen's entſtehen a) wenn ein Thauwind aus S ein paar Tage gewehet hat und nun plötzlich nach W und NW ſpringt, ſie ſind mit Thauwetter, Windſtößen, zuweilen auch mit Hagelwettern verknüpft; b) oder auch: nach langem Thauwetter, milder Luft, ſtarkem Regen und Südwinde, wenn der Wind nach Weſt gehen will, was dann gemeiniglich mit Sturmſchauer, häufigen Blitzen ohne Donnerſchläge, bald wiederum mit heftigen Blitzen und Donnerſchlägen zu geſchehen pflegt. So kann es abwechſelnd 3 — 8 Tage anhalten, bis endlich ein Sturm aus W, oder NW kommt, oder ein heftiger Platzregen fällt, wodurch die Luft endlich kälter wird, und der Nordwind die Luft reinigt. Dann iſt man beinahe gewiß, bemerkt der Pfarrer Herzberg als Augenzeuge, daß gutes Wetter, wenigſtens einige Tage lang kaltes Wetter und Froſt eintreten. Daß die Wintergewitter in Norwegen häufiger ſind, als anders-

wo, liegt nur in der dortigen größeren Häufigkeit der ſüdlichen Winde und in deren größeren Intenſität. Wenn übrigens ein ſüdlicher Wind vor dem Gewitter herrſchend war, ſo wird beſonders auch in der Höhe der Atmosphäre eine bedeutende Temperatur-Erhöhung ſtatt finden. Dieſes hat H. W. Brandes bei ſeinen Beobachtungen der terreſtriſchen Refraction gefunden. In dieſen ſüdlichen Wind fällt unten ein mehr nördlicher ein, deſſen plötzlicher Niederſchlag ſich als Cumulus und Cumulostratus darſtellt. („Nach Howard gehört der Cumulostratus, d. i. die geſchichtete Haufenwolke zu den gewöhnlichſten Vorboten des Gewitters; ſie zeigt ſich an verſchiedenen Stellen des Horizonts und ſchwellt ſchnell zu auſſerordentlichen Größen an.“ — Die Regen-, Graupel- und Hagelſchauer, welche man im Frühjahr und Herbſt im nördlichen Deutſchland wahrnimmt, ſind meiſtentheils mit heftigen Windſtößen begleitet, und die Inſtrumente zeigen dabei einen bedeutenden Grad poſitiver Elektricität. Die unten eintretenden Cumili, d. h. die Haufenwolken, ziehen mit WNW, während die oberen Cirri, d. h. die Federwolken, mit SSW gehen; Gilbert's Ann. LV. 107.) Entgegengeſetzt verhalten ſich die Gewitter der Oſtſeite. Sie entſtehen durch Eindringen eines gewöhnlich ſtürmiſchen Windes in eine kältere Luft, alſo mit fallendem Barometer und, abgeſehen von der Verdampfungskälte, mit ſteigender Temperatur. Zur Erläuterung bezieht ſich D. auf Beobachtungen von Heller, H. W. Brandes und Winkler. Auf die erſtere dieſer Beobachtungen werden wir weiter unten zurückkommen; die letzteren, wirkliche Gewitter betreffenden, gaben, was obige Regel ausſagt, vollſtändig. D. fügt ſchlüßlich hinzu: ſolchen Gewittern kann leicht eins mit ſteigendem Barometer folgen, weil der Gang nach N. doch wieder durchgemacht werden muß. Man ſagt dann: es bleibt ſchwül, es wird ein neues Gewitter kommen. Compertum habeo, quando post tonitru idem in coelo calor manet, eodem die vel sequenti iterum tonare. Muſchenbrök, Introd. §. 2803; Dove a. a. O. 433.

6) Die Mehrheit der Meteorologen nahm ſonſt an: die Gewitterwolken ſind mit Elektricität beladen, wirken dieſer Ladung gemäß auf ihre Theilchen abſtoßend, ſchwellen daher zu mehr oder weniger beträchtlichem Umfange an, vergrößern ſich auch wohl anziehend von Auſſen her, durch Dunſtbläschen, welche, indem ſie der Wolke gegenüber jenſeits iſolirender dunſtloſer Luft ſchweben, in Folge der erregenden Einwirkung der Wolke mit dem entgegenſetzten E beladen worden, umgeben ſich in Folge ſolcher Gegenziehung mit Saumſtreifen und Randfaſern, erzeugen nach gleichem Erregungs- (Vertheilungs-) Geſetze in entfernten Dunſtmaſſen mit entgegengeſetztem E geladene Gewitterwolken, das ſind: Gegenwitter (deren Dove gar nicht gedenkt) und wirken bis zu ihrer Entladung, und wenn den Entladungen mehrere Blitze nacheinander folgen, auch in den Zwiſchenzeiten derſelben auf die Luft entweder auseinander treibend, oder Zuſammenſturz herbeiführend; erſteres

theils in Folge ihrer Schwellung, theils in Folge ihrer Axendrehung, die häufig geſchwinde genug ſtatt hat, um dem Auge des von der Erde aus Beobachtenden unmerkbar zu werden, die ſich kund giebt durch leichte Körper, welche in die Gewitterwolke gerathen (z. B. durch fliegende Drachen der Knaben und bei ſchneller Senkung der Wolke: durch verſchiedene hieher gehörige Phänomene der Waſſerhoſen, ſo wie auch: durch ſchnell zunehmende Dunkelung der Wolke) und die ſelbſt, analog dem elektriſchen Flugrade, Folge der in ſchiefer Richtung eintretenden Luftabſtoßung iſt; letzteres gemäß des plötzlichen Zuſammenſinkens gänzlich entladener Wolken. Dove beruft ſich nun (a. a. O.) unter andern auf de Luc's Erweiß, daß häufig die Erregung der Elektricität in den Gewitterwolken und die Erzeugung des Blitzes in einem Augenblicke zuſammenfallen (wogegen aber auch ſich nicht ſeltener zeigt: unzweifelhaft und ſtark elektriſche Einwirkung der Gewitterwolken auf das Elektrometer und auf andere mit Spitzen verſehene Leiter; oben S. 235 — 236 und 299 ff.) um zu zeigen: daß die Elektricität nicht ſchon vor dem Blitze in der Wolke als freies E exiſtire und mithin auch als ſolches überhaupt nicht wirken kann, und hinſichtlich der abſtoßenden Wirkung der Wolke auf die umgebende Luft, ſetzt D., ſofern man hievon die Umkehrung des Windes von dem Gewitter ableiten will, die Eingangs der vorigen (5.) Bemerkung ſchon angeführte Behauptung entgegen: daß der Wind, der dem Gewitter vorangehe, ihm auch folge, und daß, wenn 4 Beobachter um eine Gewitterwolke vertheilt geſtellt wären, der eine, auf den die Wolke zukäme ſagen würde: die Luft wird elektriſch repellirt, der, über deſſen Zenith ſie hingienge: die Luft wird elektriſch angezogen und die beiden Seitenbeobachter: die Wolke wirkt gar nicht auf die Luft.“ Eine Wolke indeß, die ringsum abſtoßend wirkte, müßte ſich auch den Seitenbeobachtern wirkſam bezeigen, indem ſie ein Auseinandertreiben der Luft nach allen Seiten hin zur Folge hätte. — Es wird jetzo wohl kein Meteorolog behaupten wollen, daß Wolkenbildung ohne Elektricitäts-Erregung ſtatt haben könne (oben S. 238 ff.), und daß mithin die Elektricität der Gewitterwolken nicht das Erzeugende für die Wolke, ſondern deren Erzeugniß ſey, aber gerade weil die Wolke nicht auf einmal, ſondern allmälig zu Stande kommt, und weil ſie lange Zeit hindurch beſtehen und auf Luftelektrometer wirken kann, ohne zu blitzen, ſo muß ſie ſich auch nothwendig befinden in dem Zuſtande einer elektriſchen Ladung, d. h. ſo muß ſie beſtehen aus Dunſtbläschen, die als kleinſte Conductoren ihren Elektricitäts-Gehalt nur verrathen, wenn er nicht blos die leitende Flüſſigkeit ihrer Hüllen erfüllt, ſondern dieſe Hüllen bekleidet (umgiebt), ſey es als Atmosphäre, oder in einem dieſer ähnlichen Beſchaffenheit. Ohnſtreitig iſt jede Wolke ein im Verändern und damit im Werden befangenes Niederſchlags-Erzeugniß, allein die Veränderungen derſelben (der Wechſel im Werden) ſey noch ſo häufig, ſo wird doch ſtets E zur Entwickelung und damit auch zur Anſammlung kommen müſſen. Wie die Wolke zur Entladung kommen und was ſie dabei für freies E entwickeln ſoll, ob + E, oder — E, darüber entſcheidet höchſt wahrſcheinlich hauptſächlich: ob

dieſelbe zur Senkung oder zur Hebung getrieben wird; und dieſes Senken oder Heben ſelbſt wird zum Mittel die Ladung zu mehren bis zum Ueberſchlagen des Funkens zum nächſten niederen oder höheren Leiter; oben S. 236. Sehr lehrreich ſind auſſer obigen Mittheilungen von Dove, in dieſer Hinſicht auch jene, welche Komatz in der Steyermärkiſchen Zeitſchrift. (Redigirt von Dr. L. v. Veſt, F. v. Thinnfeld, Dr. F. S. Appel, Dr. Albert v. Muchar und herausgegeben vom Ausſchuſſe des Leſevereins am Joanneum zu Grätz) 4. Heft. Grätz 1828. 8. S. 44 u. ſ. f. hinterlegt hat, wie folgende Hauptmomente dieſe Mittheilung darthun mögen:

8) „Donner und Hagelgewitter kommen in der untern Steyermark, welche den Gratzer-, Marburger- und Cillier Kreis in ſich begreift, viel öfters vor, als in dem Brucker- und Judenburger Kreiſe der obern Steyermark; auch ſtellen ſich die Gewitter in dem obern hochgebirgigen Theile der Steyermark gewöhnlich erſt in den Monaten Juli und Auguſt ein, dahingegen ſie in den flacheren unteren Gegenden ſchon im Mai nicht ſelten ſind. Dieſe Verſchiedenheit ſowohl in der Zeit der Entſtehung der Gewitter, als auch ihres ſeltſameren und häufigeren Vorkommens in dieſen zwei natürlichen Abtheilungen der Steyermark deutet ſchon auf die Bedingungen im Allgemeinen hin, von welchen die Entſtehung der Donner- und Hagelgewitter weſentlich abhängt. Zu Sommerzeiten, d. i. zu jenen, von welchen es ſich in Steyermark hauptſächlich, oder faſt allein bei Gewittern handelt, iſt aber erforderlich hinreichend ſtarke Sonnen-Erhitzung des Bodens des niederen flacheren Landestheils, im Gegenſatz der geringen Erwärmung des höheren, gebirgigen Provinztheils; das Grenzgebirge, welches Unterſteyermark von Oeſterreich, Oberſteyer, Kärnthen und Krain ſcheidet, bezeichnet zugleich die Linie, wo die wärmere Atmosphäre der unteren Gegenden, mit der kälteren der oberen Gegenden zunächſt in Berührung kommt, und wo alſo der größte Unterſchied in der Temperatur beſteht. Ueberhaupt bilden ſich Gewitterwolken an dieſer ganzen Gebirgskette, auf der dem flachen Lande zugewendeten Seite, und zwar in der wärmeren Jahreszeit ſchon von 9 Uhr Morgens an; Anfangs auf einzelnen Puncten iſolirt, kommen aber bei herannahender Mittagszeit in der Nähe der bezeichneten Linie bald mehr, bald weniger in Zuſammenhang. So lange im Frühling an den Alpen noch Schnee liegt, ſetzt ſich das Gewölk in einiger Entfernung von demſelben an; entweder, weil in dieſer Zeit die den größten Temperaturen-Unterſchied bezeichnende Linie dem flachen Lande näher iſt, oder, weil ſich jene Dünſte, welche den Alpen näher kommen, an den Schnee niederſchlagen, ſo wie ſich in der Nacht der Thau an den Erdboden niederſchlägt, weil dieſer ſich (in Folge der Wärmeentſtralung) mehr abgekühlt hat, als die Luft. Gewitter, die ſich über dem Schnee der Berggegend ausgebildet hätten, ſah Komatz nie. Volta's Beobachtung der Wiedererneuerung der Gewitter für dieſelbe Bergſchlucht ꝛc. ſ. oben S. 236 findet K. auch für Steyermark beſtätigt, leitet aber ſolches Nacherzeugen der Gewitter nicht von rückſtändiger Elek-

Elektriſirung oder von verbliebenen Gewitterreſten, ſondern von der durch das erſte Gewitter entſtandenen ſtarken Abkühlung und daraus erwachſenden neuen Wolkenbildung ab. „In der Regel, bemerkt Komatz, ſind (wie die von ihm zuvor mitgetheilten Beobachtungen bezeugen) alſo flache Gegenden dem Entſtehen der Wolken und der Gewitter nicht günſtig, es ziehen aber doch über dieſelben nicht ſelten die ſchwerſten Gewitter, welche von den Gebirgsgegenden herkommen.“ Der Umſtand aber, daß alle jene Gegenden, folglich auch flaches Land, in welchen ein dahin ziehendes Gewitter ſich niederſchlägt, zur Hervorbringung der Wolken und Gewitter in den nächſt folgenden Tagen mehr geeignet erſcheinen, entkräftet die (Eingangs dieſer Bemerkung) aufgeſtellte Theorie nicht: denn eine ſolche Gegend wird im Vergleich mit andern mehr abgekühlt; an den auf ein dergleichen Erſtlingsgewitter nächſtfolgenden Tagen iſt für die Gegend, wo es ſich entlud, viel Feuchtigkeit, welche verdampfend dieſe Gegend anhaltend kühlt, was eine weſentliche Bedingung zur Wolkenbildung iſt; die Wolken ſelbſt aber hindern die Einwirkung der Sonnenſtralen in der heißen Tageszeit, und dieſes allein iſt ſchon hinreichend, eine ſolche Gegend auch für den zweiten nachfolgenden Tag noch feucht und kühl zu erhalten, wenn auch am erſten Tage die Wolken am Abende ohne Regenniederſchlag verſchwanden. Dieſe Entſtehung der Wolken und Gewitter in flachen Landgegenden iſt alſo nur als eine Ausnahme von der Regel anzuſehen und ſetzt immer eine für ſolche Gegend, verglichen mit anderen Gegenden, relativ ſtärkere Abkühlung voraus. Auſſerdem können auch die in einer Zeitperiode allgemein herrſchenden Winde, in der Wolkenregion, aus zwei übrigens gleich gearteten Gewittergegenden, einer Gegend vor der andern ein Uebergewicht geben. Es ſey z. B. eine lange, von SW nach NO laufende Gebirgsreihe gegeben, ſo werden ſich an einem warmen heiteren Tage auf mehreren Puncten derſelben Wolken bilden, und, herrſcht kein allgemeiner Windzug in der Wolkenregion, nach dem Laufe der Gebirgsäſte gegen das flache Land hin verbreiten. Es können nun auf allen zur Gewitterbildung in gleichem Grade geeigneten Puncten der Gebirgsreihe iſolirte Gewitter hervorgehen, und jedes derſelben kann, unabhängig von den anderen, ſeinen Zug nehmen, Falls in der Oberregion kein allgemeiner Wind vorherrſcht. Iſt dieſes aber der Fall, und iſt derſelbe z. B. ein Wind, der die Wolken in der Richtung von SW nach NO forttreibt, ſo wird an einem ſolchen Tage der ſüdweſtliche Theil der Gebirgsgegend weniger als der mittlere, oder nordöſtliche Theil zum Gewitterbilden ſich geeignet finden; denn die auf der Windſeite der Gebirgsreihe zum Vorſchein kommenden Wolken, werden durch den Windzug theils z e r ſ t r e u e t, theils gegen den mittleren oder nordöſtlichen Theil fortgeführt, wo ſie ſich mit dem hier ſchon aufſteigendem Gewölke vereinigen, und mit denſelben zu Maſſen anzuwachſen vermögen: welche groß genug ſind, um dem Winde zu widerſtehen, ſich zu fixiren und ſich zu Gewitterwolken auszubilden. Die oben gedachte Schlußfolgerung: daß die ſtarke Elektriſirung vom vorigen Tage — den Grund und Keim zur Wolkenbildung am nachfolgenden

Tage in ſich enthalte, dürfte nicht Stand halten; denn warum ſollten die Gewitterwolken am Abende verſchwinden, da die Luft noch bis auf den folgenden Tag elektriſirt bleibt, wenn die Elektriſirung vermögend wäre, eine Anhäufung der Wolken zu bewirken, oder was weniger iſt, auch nur einmal angehäufte Wolken in ihrem Zuſtande zu erhalten. (Die aus Volta's Beobachtung gezogene Folgerung ſagt, irre ich nicht, nur aus: die rückſtändige Luftelektriſirung, vergleichbar dem Residuum entladener elektriſcher Batterien, dient in ſofern dem ſich neubildenden Gewitter zur örtlichen Fixirung, als ſie mit demſelben in Spannungsverhältniß tritt und es kraft des elektriſchen Gegenzuges, während ſeiner Bildung fixirt; es bildet dieſe rückſtändige Luftelektricität keine Gewitter, ſondern macht nur daß jene, welche nächſten Tages ſich bilden werden, für beſtimmte Gegenden der Anziehung und relativen Fixirung unterliegen. Kr.) — Kämtz fährt nun fort: Obwohl ſich alſo die Elektricität bei Gewittern ſo mächtig äuſſert, ſo bleibt es um ſo mehr zweifelhaft, ob ſie auf Zuſammenziehung oder Verdichtung der Waſſerdünſte, und auf die hieraus entſtehende Bildung und Anhäufung der Wolken einen Einfluß ausübe, da es ſich allerdings als möglich denken läßt, daß in Folge der Zuſammenziehung der Dünſte und Aufthürmung der Wolken eine Elektriſirung oder Ueberladung derſelben mit Elektricität vor ſich gehe. Letzteres wird durch den Umſtand, daß ſich das Uebergewicht der Elektricität nur bei dichten, hochgethürmten Wolkenmaſſen, und erſt bei erfolgtem Regen oder Hagelniederſchlag äuſſert, ſogar wahrſcheinlich. Der fernere Umſtand, daß der Blitz öfters von einer Wolke in die andere fährt, zeigt, daß nicht alle Wolken poſitiv elektriſch ſind (oben S. 300 Anm.), folglich, daß ſich die Dünſte auch ohne Beihülfe der Elektricität in Wolken zuſammenziehen können, und beweiſet zugleich, daß nicht die Wolke der elektriſch anziehenden Kraft, ſondern nur die Elektricität der Wolke folge *).

*) Allein, wie bekannt: ein elektriſirter ſchwererer Körper zieht den nicht elektriſirten leichteren aus der Ferne her an, und wirklich vergrößert ſich die erſte, ſtets in beträchtlichen Höhen zu Stande kommende Gewitterwolke nicht nur (nach Art des Ochſenauges; oben S. 380) dadurch, daß ſie ſich ſenkt, ſondern auch: indem mehrere einzelne, in der Ferne, der im Senken befangenen Wolke gegenüber zu Stande kommende Wolken ſich zu und übereinander bewegen; ſtehen ſie ſenkrecht untereinander, ſo beginnen die gegenſeitigen Ladungen, wobei die leichtere Wolke nicht ſelten von ihren Auſſenflächen Faſerſtreifen ausſendet, es erfolgt Trübung zwiſchen beiden Wolken und Alles vereinigt ſich endlich zu einer Wolkenmaſſe: wie man faſt bei jedem Gewitter wahrnehmen kann, wenn man es von ſeinem Beginnen an, von beträchtlichen Berghöhen her, oder ſchief abwärts, durch's Teleskop verfolgt. Das Herbeigezogenwerden der leichteren Wolke tritt um ſo

9) „Je wärmer und trockner der Sommer iſt, um ſo auffallender zeichnen ſich hohe Gebirgsgegenden gegen flache Landgegenden

---

um ſo deutlicher ein, wenn mehrere dergleichen in mäßigen Abſtänden nach einander folgen, und ähnelt dann einigermaaßen jenem Experimente, welches man zur Verſinnbildung des Vorganges der Elektricitäts-Entladung der Wolken anzuſtellen pflegt; vergl. m. Experimentalphyſ. I. 511 — 512. Uebrigens ſcheint der elektriſche Zuſtand der Luft während der dem Gewitter vorangehenden Schwüle, derſelbe zu ſeyn, den man, Volta zufolge, nach ſolchen Gewittern wahrnimmt, welche für dieſelbe Gegend den nächſten Tag ſich wieder erneuen: in beiden Fällen iſt nämlich die Luft ſo ſtark elektriſirt, daß in den zugehörigen Zeiten Experimente mit der Maſchinenelektricität am beſten gelingen. Die Widerkehr der Gewitter an demſelben Ort tritt aber, ſo weit Anderer und meine eigenen Beobachtungen reichen, nur dann ein, wenn dem Gewitter keine erfriſchende Kühle folgte, ſondern wenn Luftſchwüle verblieb; vergl. auch Schmidt's Naturl. II. §. 376. „Der Unterſchied zwiſchen einer gemeinen Regenwolke und einem Gewitter kann eben darin beſtehen, daß in jener die Elektricität in nicht größerer Menge erzeugt, als ſie durch den Regen abgeleitet wird, in dieſer hingegen die Ableitung durch den Regen geringer, als die Anhäufung in der Wolke ſelbſt iſt; Kries, Lehrbuch der Phyſik. 3te Auflage. §. 514 Anm. 1 S. 473. — Deluc's Bemerkung: daß, wenn die Gewitterwolke als ein elektriſirter Leiter wirke, es unbegreiflich ſey, warum ſie ſich nicht durch die erſten Blitze völlig entlade (vergl. oben S. 383) läßt ſich entgegnen: ſie würde ſich auf einmal entladen, wenn ſie eine zuſammenhängende Maſſe wäre, ſie kann aber nur dort zur Entladung gelangen, wo einzelne Nebelbläschen-Anhäufungen durch den Widerſtand der Luft (gegen die in Ausdehnung begriffene Wolke) bis zur Annäherung ihrer Theilchen getrieben werden; es erfolgt dann parthienweiſes Zuſammenfließen ſolcher Dunſtbläschen und dadurch Zuſammentritt ihrer elektriſchen Atmoſphären bis zur Entladungsanhäufung. Auſſerdem folgt auch ſo lange Wiederladung der ihres gewichtigen Trägers nicht ganz entlaſteten Gruppe, in Folge eintretender Erregung der Elektricität durch die (ſog. Vertheilung der) übrigen Gruppen, ſo wie der entfernteren (höheren) Gewitterwolken. Wenn Deluc es ferner unbegreiflich findet, daß Gewitter zwiſchen hohen leitenden Bergſpitzen, beſonders wenn dieſe mit Schnee und Eis bedeckt ſind, entſtehen, ſo bemerke ich dagegen: daß dergleichen Eis-bedeckte Gipfel nichts weniger als gut leiten, daß ſie von höchſt trockner Luft umgeben ſind, und daß die Gewitterwolke in der Regel in noch höheren Re-

in Hervorbringung der Wolken und Gewitter aus; in naſſen und kühlen Sommern hingegen bilden ſich die Wolken auch in den niederen Gebirgsgegenden, und verbreiten ſich auch über flache Landgegenden; weil ein höherer Grad von Expanſivkraft (Wärme) mangelt, um die Zertheilung und Verdrängung derſelben bewirken zu können. Auf ſolche allgemeine Wolkenbildungen folgen gewöhnlich auch allgemeine, oder ſog. Landregen. Hieraus iſt es leicht begreiflich, daß die trockne warme Jahreszeit zur Beobachtung der Gewitter am günſtigſten ſey; an ſolchen Tagen zeigt es ſich genau, in welchen Gegenden Wolken emporſteigen, und in welchen keine entſtehen, oder wo ſogar jene, die durch den Wind hingetrieben wurden, ſchwinden, und es tritt übrigens nur hier jene übermäßige Wolkenanhäufung ein, welche dem Gewitter als etwas Weſentliches voraus gehen muß; Komaß a. a. O. 54 — 56. (Von dieſer Anhäufung handelt es ſich aber nur: wenn der Gewitterbildungsproceß ſchon im vollen Gange iſt. Kr.) Beobachtet man an einem heiteren Frühlings- oder Sommertage von Grätz aus den öſtlichen Theil des Grätzer Kreiſes, ſo zeigt ſich nicht nur nach der Alpenkette von der Gegend von Friedberg bis in die Gegend von Frohnleiten eine regelmäßige, um die Mittagszeit zunehmende Anſetzung der Haufenwolken, ſondern es bilden ſich auch mehrere von der Alpenkette ausgehende Wolkenreihen, die ſich in der Richtung von NW nach SO über das flachere Land hin verlängern, und zwar gemäß dem Laufe jener Gebirgsäſte und Gebirgsreihen, welche in eben dieſer Richtung von der Alpenkette ausgehen. Zwiſchen dieſen Reihen erhält ſich der Himmel über den größeren Thalgegenden oft lange Zeit heiter; getheilte oder iſolirte Wolkenmaſſen mit heiteren Zwiſchenräumen entſtehen gemeinhin dort, und erhalten ſich daſelbſt längere Zeit hindurch, wo Thäler mit Bergen und Waldungen abwechſeln; wo hingegen das Gebirge mehr zuſammenhängt, treten auch die Wolken gereihet hervor. Es treten jedoch öfters Urſachen ein, welche ſolche regelrechte Wolkenreihung hintertreiben. Eine derſelben iſt der Luftzug in der Wolkenregion, der die Wolken nach einer oder der andern Thalgegend treibt, und weil dieſe daſelbſt nicht ſogleich verſchwinden, ſo hat es das Anſehen, als ob ſie über der Thalgegend entſtanden wären; jedoch bleiben ſie in dieſem Falle ſelten iſolirt, ſondern vereinigen ſich in eine oder mehrere größere Wolkenmaſſen, die dann ſowohl das Gebirgs- als das Thalland bedecken. Eine andere Urſache liegt manchmal in dem Uebermaaß der in der Luft befindlichen Waſſerdünſte (Dunſtbläschen)

---

gionen ihren erſten Keim gewinnt; indem ſie ſtets Folge einer in ſehr hohen Regionen eintretenden Waſſergasverdichtung iſt; ſey es, indem das Gas zuvor von unten her hinauf ſtieg (in Folge großer Hitze des Bodens) oder daß es, wie gewöhnlich, durch Verdampfung von Nicht-Gewitterwolken ſich bildete, oder daß es aus der Ferne her durch ſüdliche oder weſtliche Winde getrieben wurde.

oder in der Näſſe der Thalgegenden nach vorangegangenem Regen. Unter dieſen Umſtänden reicht weder die durch's Sonnenlicht an den Dünſten unmittelbar erzeugte Wärme, noch die Stralwärme des Bodens hin, die Dünſte in Gas aufzulöſen; ſondern es wird vielmehr der größere, unvergaſt gebliebene Theil dieſer Dünſte, durch die bleibende niedere Temperatur begünſtigt, zu Wolken vereint. Unter ſolchen Umſtänden wird oft die ganze öſtliche und weſtliche Gegend des Grätzer Kreiſes mit größtentheils zuſammenhängendem Gewölk bedeckt, indeſſen der Himmel über dem flachen Lande, auf beiden Seiten der Mur, ſich noch heiter erhält. Auch dann, wenn ſich eine oder die andere der entweder regelmäßig gereiheten, oder auch iſolirten Wolkenmaſſen in Regen niederſchlägt, tritt in der Wolkenbildung eine Aenderung ein: aus den Gipfeln der in Regen übergehenden gethürmten Haufenwolken verbreitet ſich gemeiniglich nach einer oder mehreren Gegenden hin fedriges, dunſtiges Gewölk, horizontal aus, und bedeckt ſowohl das tiefer ſtehende Gewölk, als auch die heiteren Zwiſchenräume; die Haufenwolkenmaſſen ſelbſt nähern ſich einander, und wenn ſie ſich hoch thürmend nach einander in Regen auflöſen, ſo entſtehen an ihren Rändern andere Haufenwolken, die ſchleunig anwachſen und ſich thürmen; ſelbſt dort, wo ſich eine Wolke ſchon in Regen niedergeſchlagen hat, ſteigen wieder Wolken auf, die ſich horizontal ausbreiten und zum Theil wieder thürmen. Es werden alſo dadurch bald ſowohl Berg- als Thalgegenden mit Gewölk bedeckt, jedoch läßt ſich nicht verkennen, daß ſich das Gewölk auch jetzt noch über Berg- und Waldgegenden dichter zuſammenzieht, und daß eben dieſer ſtärkere Wolkenanſatz zur Beſtimmung des Gewitterzuges mit beiträgt.“ — Es entſtehen, wie im Obigen gezeigt worden, die meiſten Gewitter an den höheren Gebirgen, oder doch in deren Nähe; wenigſtens erfolgen hier die erſten Regenniederſchläge, die dann eine nähere Zuſammenziehung der, beſonders anfänglich, noch zerſtreuten und iſolirten Wolken veranlaſſen. Wenn in vielen Gegenden hochgethürmte Gewitterwolken ohne mit einander zuſammen zu hängen, entſtehen, ſo bleibt es noch ungewiß, wo ſich der Mittelpunkt des Gewitters fixiren werde; es ſchlagen ſich einzelne Wolkenmaſſen bald hier, bald dort in Regen nieder. Sind jedoch dergleichen iſolirte Wolken nicht zu weit von einander entfernt, ſo vereinigen ſie ſich leicht zu einer zuſammenhängenden Wolkenmaſſe, indem ſie ſich einander nähern, und zugleich auch die Bildung des Mittelgewölkes veranlaſſen. Theilweiſe Regenniederſchläge einzelner von einander weiter entfernten Gewitterwolken verurſachen aber öfters einen unregelmäßigen Gewitterzug; es folgen nur unvollkommene Regenniederſchläge, wodurch ſich verſchiedenartiges Gewölk in einer zu großen Ausdehnung verbreitet, und es entſteht gleichſam ein Gemiſch von Gewitter- und Landregen; Komatz a. a. O. S. 56—60.

10) Bei ſolchen Gewittern, die eigentlich keinen Centralpunkt haben, läßt ſich über ihren Zug nichts Beſtimmtes ſagen; jedoch entſcheiden ſich auch dieſe Gewitterregen dann, wenn nach theilweiſen,

bald hier, bald dort erfolgten Regenniederſchlägen, endlich einmal ein allgemeiner Niederſchlag die Atmosphäre (beſonders in den Gebirgsgegenden) mehr abgekühlt hat, zu einem weiteren Zuge gegen das flache Land, in der Richtung von NW gegen SO, dergeſtalt: daß ein vollkommener Niederſchlag der Wolken in Regen, der dem heiteren Himmel folgt, zuerſt in NW eintritt, um von da immer weiter gegen SO fortzuſchreiten. Es ſcheint alſo, daß bei Gewittern, die erſt im Entſtehen begriffen ſind, auſſer dem herrſchenden Luftzuge in der Wolkenregion, lediglich nur die Lagerung der Gebirge, und das über denſelben ſich anſetzende Gewölk ihren Zug beſtimmen; wenn ſich aber das zuvor zertheilt geweſene Gewittergewölk mehr zuſammen gezogen, und in ein ganzes concentrirt hat, ſo beſtimmt noch eine andere Urſache die Richtung ihres Fortſchreitens; beſonders wenn es zu einer ſtarken Entladung kommt. In dieſem Falle verbreiten ſich die Gewitter mehr gegen das flache Land, und zwar mit kaltem Wind oder Sturm, und eben dieſer Sturm ſcheint nun die überwiegende Urſache des weitern Fortſchreitens der Gewitter in einer mehr regelmäßigen Richtung zu ſeyn. Dieſer (begleitende und nachfolgende) Gewitterſturm iſt eine Folge der durch die ſtarke Abkühlung verdichteten Luft, deren Druckgewalt durch den niederſtürzenden Regen und Hagel noch vermehrt wird (weil jede untergelagerte Luftſchicht durch die aufſchlagenden Tropfen oder Eiskörner gepreßt wird? Allein ſolche momentane Preſſung kann nur heftige Erſchütterung, ſtark vermehrten Wellenſchlag, und daher Brauſen und Raſſeln mit verſchiedener Heftigkeit und in verſchiedener Tontiefe, auch wohl Donner-ähnliches Rollen zur Folge haben, vermag aber zur Gewichtigkeitserhöhung der von ihr getroffenen Luftſäule nicht weiter beizutragen. Kr.). Wie ein Waſſerſtrom fließt da die ſchwere Luft nach den tiefer liegenden Gegenden, und überhaupt dorthin, wo ihr die wärmere Luft nicht das Gleichgewicht zu halten vermag; während der in entgegengeſetzter Richtung erfolgende Zug der höheren Wolken den Mittelpunkt des Gewitters genau andeutet. In der unteren Luftregion aber entſtehen dort, wo der kalte Sturm mit der wärmeren Luft in Berührung kommt, immer weiter fortſchreitend neue Nebel und Haufenwolken, welche je tiefer gegen die Erde, deſto geſchwinder von dem fortgetrieben werden; ſie wachſen, indem ſie immer höher ſteigen, ſchnell zu hochgethürmten Wolkenmaſſen, und zeigen, indem durch ſie neuer Stoff und Nahrung für das Gewitter verbreitet wird, die Richtung an, in welcher ſich daſſelbe weiter zu verbreiten pflegt. Leicht begreift ſichs, daß in der Nähe der höheren Gebirge entſtandene ſchwere Gewitter, ſo weit ihre weitere Verbreitung der Richtung des Sturmes folgt, ſich von dem Gebirge abwärts, dem Laufe der Thäler folgend, gegen das flache Land hinziehen; denn an den Gebirgen iſt die Luft ohnehin kühler und dichter, als in der Gegend des flachen Landes, und wenn ſchon der Druck des (in Ausdehnung befangenen) Gewitters auch gegen das Gebirge wirkt, ſo erfolgt doch dadurch nur eine Rückwirkung (Rückſtoß) gegen das flache Land; weil die Gebirgstheile der dahin gedrängten Luft den Ausweg verſchließen. Das Gewitter, dem

Sturme folgend, drängt nun ganz dem Geſetze der Schwere und dem (Druckgeſetz) des geſtörten Gleichgewichts gemäß gegen das flache Land, wo die wärmere Luft dem Drucke weder genügenden Gegendruck, noch ſonſtigen Widerſtand entgegen zu ſetzen vermag; a. a. O. S. 60—61.

11) In der Richtung alſo, in der die Gebirgsketten ſich erſtrecken, und die den Thälern folgenden Gewitterſtürme fortdringen, verbreiten ſich die Gewitter gebirgiger Gegenden, Falls nicht Ablenkung bewirkt: der in der Wolkenregion allgemein herrſchende Luftzug von W nach O (alſo entgegengeſetzt der Richtung der Paſſate; dagegen entſprechend jenen Richtungen, in welchen die elektriſchen Proceſſe der höheren Luftregionen einander folgen, oder den ſog. elektriſchen Meridianen? Vergl. meine Experimentalphyſ. Cap. IV. V. und XII. Kr.) oder der durch mehrere zu gleicher Zeit ſtatt habende Entladungen relativ iſolirter Gewitter entſtehende OW-Wind. Gebirgszüge von geringer Höhe und dazwiſchen liegende Thäler, beſonders wenn letztere bald in Krümmungen, bald mehr eingeengt fortlaufen, hindern in der Regel den Zug der Gewitter nicht, ſondern es dringen vielmehr die Gewitterſtürme geradlinig darüber fort, nicht ſelten die ſtärkſten, ihnen im Wege ſeyenden Bäume entwurzelnd und ganze Waldungen umbrechend. (Das Entwurzeln der Bäume weiſt, wo es vorkommt, hin: auf eine von Oben her, alſo aus höherer Luft gegen den Boden wirkenden Ziehgewalt, oder auf einen von dergleichen Gewalt begleiteten Wirbelwind; ein ſchief, oder horizontal gegenſtehender Sturm, kann nur umbrechen. Kr.) A. a. O.

12) Gewitter, welche über Gebirgsrücken zur Entſtehung gelangen, die nach entgegengeſetzten Seiten hin ſtarke abfließende Gewäſſer darbieten, unterliegen von Anbeginn aus einer Theilung, welche, wenn Lage und Beſchaffenheit der Thäler und des flachen Landes ſie begünſtigen, nicht ſelten gleichzeitig nach entgegengeſetzten Seiten hin Entladungen und Wolkenbildungen zur Folge haben; dergleichen getheilte Gewitter gehören jedoch nicht zu den ſchweren, wenigſtens nicht von vorn herein. (Krümmen ſich dabei durch die Beſchaffenheit der Gegenden, über welche ſich jeder der Einzelarme der erſten Wolke hin erſtreckt, begünſtigt — beide Wolkenzüge dergeſtalt, daß ſie einander zuneigen und ſich endlich wieder vereinigen, ſo bilden ſie in dieſer ihrer Verbindung in der Regel ein ſchnell zur gänzlichen oder nahe ganzen Entladung gelangende Wolkenmaſſe.) Gewitterzüge, welche über Gegenden von ſehr ungleicher Temperatur ſich verbreiten, werden unterwegs dort am häufigſten zu Einzelentladungen gebracht, wo die Beſchaffenheit des Bodens an ſich ſchon eine größere Luftkühlung zur Folge hatte, erleiden hingegen, wenn ſie über ſehr heiße Landſtriche fortſchweben häufig, wenn nicht gänzlich unterbrechende Zertheilung, doch mehr oder weniger beträchtliche Hebung, in Folge der unter ihnen aufſteigenden wärmeren Luft (vergl. oben S. 321 Anm.). —

Schweren Gewittern, ſo wie auch lange Zeit hindurch ſtatt gehabten Landregen, folgt entweder unmittelbar, oder, wenn die Luft ſich Abends oder Nachts ausheiterte, doch Tags darauf ein eigenthümlicher Windzug: in jener Richtung, in welcher die Gewitter- oder Landregenwolken zuvor ſich entladen hatten; weil in dieſer Richtung die Luft früher und mehr abgekühlt und daher in ihrer Druckgewalt gegen die weiter vorwärts gelagerte, ſpäterhin zur Gewitter ꝛc. Entladung gelangende Luft geſteigert wurde. Aber dieſe Erklärung reicht nicht aus, um den Grund nachzuweiſen, warum ſolcher Wind oft erſt 12 Stunden und längere Zeit nach dem Gewitter entſteht, und warum derſelbe gemeinhin des anderen Tages gegen Mittag am ſtärkſten weht? Komatz nimmt für dieſen Theil der Erklärung mit hinzu: die in der flachen Gegend durch Näſſung und nachfolgende Sonnenwärmung eintretende große Waſſerverdunſtung und die daraus entſpringende Luftverdünnung; die aufſteigenden Waſſerdämpfe zögen Luft mit hinauf, was Nachſtürzen der kälteren Seitenluft zur Folge habe. Eine Annahme, die lebhaft erinnert an die in neueren Zeiten beobachteten Adhäſionsphänomene der Gaſe (oben S. 97 ff. u. 196, 199), deren es aber für obigen Zweck kaum zu bedürfen ſcheint, da die Verdunſtungskälte allein ſchon hinreichen dürfte, jenen nachfolgenden Windzug zu erklären. Komatz bringt übrigens für ſeine Annahme noch Folgendes bei, was allerdings beachtungswerth, aber auch mit der letzten Meinung vereinbar iſt: Bei dem bemeldeten Windzuge bilden ſich um die Mittagszeit über dem flachen Lande die Wolken ſtärker, als in den Gebirgsgegenden; Wolken, die ſich in der Richtung des Windes jedoch nur langſam fortbewegen, und manchmal hie und da in kleinen Strichregen niederſchlagen, in welchem Falle der Wind nachzulaſſen pflegt. Auf die Frage endlich: warum in den ſpäteren, folgenden Tagen zur Mittagszeit ein Wind entſteht, der nach der entgegengeſetzten Richtung (den Gebirgsgegenden zu) weht? Antwortet K.: Am erſten heitern Tage, welcher auf anhaltenden Regen und dadurch verurſachte ſtärkere Abkühlung folgt, iſt die Verdunſtung aus der zuvor angegebenen Urſache am flachen Lande am ſtärkſten, an den weiter darauf folgenden Tagen hingegen, wo der Erdboden der flachen Gegend ſchon wieder ausgetrocknet iſt, fängt die Verdunſtung in den Gebirgs- und Waldgegenden erſt an beträchtlich zu werden; es ſtellt ſich daher um die Mittagszeit ein Windzug in entgegengeſetzter Richtung, nämlich gegen die Gebirgsgegenden ein; a. a. O. 87—89.

13) Schwere Hagelgewitter verkünden ſich ſchon durch eine mehr concentrirte Wolkenformation; noch mehr zeigt ſich ſolches Zuſammenziehen nach dem Ausbruch des Gewitters, woraus ſich erklärt: warum der Hagelniederſchlag in der Breite nur auf einen ſchmalen Strich (im Durchſchnitt von 1—2 Stunden) beſchränkt iſt, obwohl hochgethürmte Haufenwolken oftmals einen weit ausgedehnteren Raum in der Breite einnehmen; es werden nämlich die entfernteren Wolken nach erfolgtem Niederſchlag der Mittelwolken in

den Hagelſtrich hinein gezogen, um den leer gewordenen Raum einzunehmen, was denn auch zu dem regelmäßigen Fortſchritte der Gewitter in beſtimmter, geradliniger Richtung beizutragen ſcheint; a. a. O.

14) Oefters entſtehen Gewitter in beträchtlicher Entfernung von hohen Gebirgen: über niederen Berg- und Waldgegenden, und ziehen dann ebenfalls, wenn ſie ſich gehörig concentrirt haben, mit Sturm begleitet in geradliniger Richtung fort, obſchon ſich der Winddruck auch nach anderen Richtungen hin äuſſert. Letzteres erfolgt jedoch dann nur entweder in kurz anhaltenden Stößen, oder innerhalb eines wandelbaren mäßig ſtarken Windzuges, der mit der Stärke des Sturmes in der Gewitterlinie in keinem Verhältniſſe ſteht (und in dieſer Hinſicht vergleichbar iſt: den Nebenwellen des Schalles; oben S. 360). Es ziehen alſo die Gewitter fort, in jener Linie, in welcher ſich die Wolken anreihen, und a) ſie verbreiten ſich in dieſer Linie nicht auch nach der entgegengeſetzten Seite und b) üben nicht nach allen Seiten gleichen Druck aus, weil α) die Regenentladung in der Regel an einem der beiden Enden der Wolkenreihe beginnt, und jede Einzelwolken-Entladung, die der nächſten Einzelwolke veranlaßt, und β) weil der Druck in jener Richtung am größten ſeyn muß, in welcher die Entladungen ſich fortſetzen, und da er in dieſer Richtung mit jeder kommenden Entladung ſich erneuert, ſo muß der dadurch veranlaßte Wind oder Sturm in jenem Verhältniß an Stärke zunehmen, in welchem die Zahl der Einzelentladungen wächſt. Wenn nun aber, wie bemerkt, die Anreihung der Wolken und ihre ſucceſſive Entladung den Gewitterſturm erzeugt, und dieſer umgekehrt wieder Neubildung von Wolken und folgerechte Anreihung derſelben bewirkt, ſo wird, was Wirkung war wieder Urſache, und ſo erklärt ſich: wie Gewitter nicht nur durch ſchon beſtehende Wolken ſich mit großer Schnelle fortzuſetzen, ſondern auch in heiterer Luft neue mit nicht geringerer Geſchwindigkeit und oftmals mehrere Meilen lang über weit gedehnte Gegenden ſich erſtreckende Gewitterwolke zu erzeugen vermögen; a. a. O. 62 — 69.)

15) Fragt man: was man bei der Beobachtung des Windes in meteorologiſcher Hinſicht, vorzüglich zu beachten habe, ſo ertheilen beſte Anleitung dazu: Schouw's Beobachtungs- und Zuſammenſtellungsergebniſſe: über die Windverhältniſſe des nördlichen Europa, beſonders Dänemarks (vergl. oben S. 100 Bem. 5), wie nachſtehende Vergleichungen ſie darbieten:

A) Mittlere Windverhältniſſe in Dänemark.

1) Die mittleren Verhältniſſe für die Richtung des Windes bleiben ſich in der Hauptſache in Copenhagen, Skagen und Chriſtianſoe gleich, und die für dieſe Orte ausgemittelten Geſetze gelten für ganz Dänemark.

2) Der Weſtwind hat in Dänemark ein bedeutendes Uebergewicht über den Oſtwind, ſo wie die 3 weſtlichen (W, NW, SW) über die 3 öſtlichen (O, SO, NO).

3) Der Südwind hat über den Nordwind Oberhand, die ſüdlichen über die nördlichen.

4) Der Oſt- und Weſtwind zuſammengenommen, ſind häufiger als der Nord- und Südwind; oder die Richtung des Windes iſt häufiger mit den Parallelkreiſen, als mit den Meridianen übereinſtimmend.

5) Das Uebergewicht der weſtlichen Winde über die öſtlichen iſt im Sommer größer, als in den übrigen Jahreszeiten; am kleinſten in den Frühlingsmonaten.

6) Im Winter werden die weſtlichen Winde eher ſüdlich, im Sommer eher nördlich, oder gerade Weſt.

B) Vergleichung der Windverhältniſſe in Dänemark mit dem des übrigen nördlichen Europa.

1) In dem nördlichen Europa, zwiſchen 50° und 60° der der Breite, hat überall der Weſtwind über den Oſtwind, haben die weſtlichen Winde über den öſtlichen das Uebergewicht.

2) Das Uebergewicht der weſtlichen Winde über die öſtlichen nimmt von dem atlantiſchen Meere gegen das Innere des Feſtlandes ab.

3) Die weſtlichen Winde ſind in der Nähe des atlantiſchen Meeres mehr ſüdlich, weiter gegen Oſten mehr gerade Weſt; die nördlichen Winde werden in den öſtlichen Theilen von Europa häufiger.

4) Das Uebergewicht der weſtlichen Winde iſt im Sommer größer als im Winter und Frühjahre; doch ſcheint dieſes nicht in den öſtlichen Theilen der Fall zu ſeyn.

5) Die weſtlichen Winde bleiben im Winter öfter ſüdlich, im Sommer eher gerade Weſt oder nördlich.

6) Dieſe Windverhältniſſe ſcheinen theils in der von der heißen Zone zurückkehrenden Luftſtrömung, theils in dem Temperaturunterſchiede der Atmosphäre über dem Meere und über dem Feſtlande ihren Grund zu haben.

C) Spielraum der Windverhältniſſe in Dänemark.

1) In Rückſicht des ganzen Jahres haben die häufigern Winde in der Regel einen größeren Spielraum.

2) Der größte Quotient, den einer der 8 Winde im ganzen Jahre haben kann, iſt etwas über $\frac{1}{4}$, der kleinſte $\frac{1}{33}$.

3) Der jährliche Quotient der öſtlichen Winde variirt zwiſchen 0,21 und 0,41; der weſtliche zwiſchen 0,38 und 0,59. Der Spielraum iſt folglich ohngefähr für beide gleich.

4) Unter 45 Jahren giebt es nur eins, in welchem die weſtlichen nicht über die öſtlichen das Uebergewicht hatten. Das für die weſtlichen vortheilhafte Verhältniß war 1 : 2,8.

5) In den 4 Jahrszeiten iſt der Spielraum für den Quotienten jedes Windes größer, als in dem ganzen Jahre. Er iſt im Winter mehr als $\frac{1}{2}$ mal ſo groß, als im Sommer.

6) Der größte Quotient der öſtlichen Winde, welcher in einem Vierteljahre zu erwarten iſt, iſt 0,59; der kleinſte 0,08; für die weſtlichen ſind dieſe Extreme 0,77 und 0,22.

7) Die öſtlichen Winde haben unter 41 Wintern in 16 die Oberhand, unter 46 Frühjahren in 15, unter 45 Herbſten in 5, aber in keinem der 46 Sommer.

D) Windverhältniſſe Dänemarks in verſchiedenen Perioden.

1) So weit meteorologiſche Beobachtungen reichen, ſind die Windverhältniſſe in Copenhagen ſowohl für das ganze Jahr, als für die einzelnen Jahrszeiten unverändert geblieben.

2) Es ſcheint keine Regelmäßigkeit hinſichtlich der Windverhältniſſe der vorhergehenden und nachfolgenden Jahre oder Jahreszeiten Statt zu finden.

E) Die Windverhältniſſe verglichen mit denen der Temperatur.

1) Im Winter iſt in der Regel ein größeres Uebergewicht der weſtlichen Winde als das, welches die Mittelverhältniſſe geben, mit einer hohen Mitteltemperatur vereinigt, wogegen dieſe niedrig iſt, wenn die weſtlichen nur ein Uebergewicht haben, oder gar von den öſtlichen übertroffen werden.

2) Im Sommer dagegen iſt eine ungewöhnliche Häufigkeit der öſtlichen Winde eher mit einer höheren Temperatur vereinigt, eine ungewöhnliche Häufigkeit der weſtlichen eher mit einer niedrigen. Doch finden hier mehrere Ausnahmen ſtatt.

3) Im Frühling und Herbſt ſcheint zwiſchen dem Wind- und Wärmeverhältniß keine ſolche Uebereinſtimmung ſtatt zu finden.

4) Im ganzen Jahr iſt ein großes Uebergewicht der weſtlichen Winde eher mit einer hohen Temperatur verbunden.

F) Vergleichung der Wind- und Feuchtigkeitsverhältniſſe.

1) S und SW ſind die Winde, welche in Copenhagen am häufigſten Regen bringen (16mal von Hundert) N und NO bringen ihn am ſeltenſten (7mal von Hundert.)

2) Schnee ſcheint am häufigſten mit O und NO einzutreffen.

3) Die Winde, welche am ſeltenſten heitere Luft bringen, ſind W und SW (jedes 16te mal); N und NO und O bringen ſie am häufigſten (jedes 3te = 4te mal). Im Ganzen bringen die nördlichen und öſtlichen heitere, die ſüdlichen und weſtlichen trübe Luft.

G) Vergleichung der Windverhältniſſe mit dem verſchiedenen Drucke der Luft.

1) Der Mittelſtand des Barometers in Copenhagen iſt bei NW, N, NO, und O höher, bei SO, S, SW und W niedriger, als der allgemeine Mittelſtand. NO hat den höchſten Mittelſtand (1‴,27 über dem allgemeinen Medio) SW den niedrigſten (1‴,40 unter denſelben). Zwiſchen dieſen beiden Punkten der Windroſe iſt ein faſt ununterbrochenes Steigen und Fallen.

2) Dieſes Verhältniß der Winde zu dem Luftdrucke ſtimmt ſehr genau mit dem Verhältniſſe der Winde zu dem Luftdrucke zu dem heiteren oder bewölkten Zuſtande des Himmels und zu dem Regen überein; dergeſtalt, daß die Winde, welche das Hervortreten der ſichtbaren Dünſte oder deren Niederſchlag begünſtigen, von einem niedrigen, die anderen von einem hohen Mittelbarometerſtande begleitet ſind. Dieſer verſchiedene Charakter der Winde hängt weſentlich von der Beſchaffenheit der Atmosphäre ab, die in jenen Gegenden ſtatt findet, von welchen ſie kommen.

3) Die mittleren Barometerſtände bei den verſchiedenen Winden in Apenrade, Hamburg, Berlin und andern Orten des nördlichen Europa ſtimmen in der Hauptſache mit denen von Copenhagen überein, und jene Abweichungen, welche ſtatt finden, laſſen ſich aus der verſchiedenen geographiſchen Lage ſehr gut erklären.

4) Die ſehr hohen und ſehr niederen Barometerſtände zeigen die nämliche Beziehung zu den Winden, als die Mittelſtände; die ſehr hohen Barometerſtände treffen faſt immer mit nördlichem oder öſtlichem Winde ein, die ſehr niederen mit ſüdlichem oder weſtlichen.

H) Vergleichung der Winde mit der Strömung des Meeres bei Copenhagen.

1) Süd iſt derjenige Wind, bei welchem die ſüdliche Strömung am häufigſten ſtatt findet; Nord derjenige, welcher mit nördlicher Strömung am häufigſten vereinigt iſt; zwiſchen dieſen beiden Punkten der Windroſe iſt die Häufigkeit des Südſtromes in ununterbrochener Ab- und Zunahme. Nur N und NW bringen häufiger nördliche Strömung, die übrigen alle häufiger ſüdliche Strömung; doch iſt bei W und NO der Unterſchied der beiden Richtungen nur gering.

2) Die Haupturſache der Meeresſtrömung im Sunde liegt in den Windverhältniſſen.

I) Vergleichung der Winde und der verſchiedenen Höhe des Meeres bei Copenhagen.

1) Die Winde N, NW, W und SW geben in dem Sunde hohes Waſſer, die Winde S, SO, O und NO niedriges Waſſer; NW den höchſten, O den niedrigſten Mittelſtand.

2) Die Schwankungen der Meereshöhe hängen hauptſächlich von den Windverhältniſſen ab.

16) Gegen die Richtigkeit von Dove's Geſetz der Drehung (oben 251 ff.) hat Schouw neuerlich zu zeigen ſich bemüht: daß es gar kein Geſetz der Winddrehung gebe, ſondern daß dieſe nach derjenigen Seite am häufigſten geſchehe, nach welcher die Winde am häufigſten wehen. „Da nun im weſtlichen Europa die ſüdlichen Winde häufiger ſind als die nördlichen und die weſtlichen häufiger als die öſtlichen, ſo ließe ſich hieraus, fügt S. hinzu, die größere Häufigkeit der Winddrehung mit der Sonne, wenn man eine ſolche annehmen will, für den ſüdlichen Theil der Windroſe leicht erklären; für den größten Theil der nördlichen Hälfte (NW — N — O) findet es (aus verſchiedenen Gründen, hauptſächlich den hieher gehörigen 10mal täglichen meteorologiſchen Beobachtungen des Dr. Neuber zu Apenrade gemäß) ſchwerlich ſtatt, und ſollte es ſich finden, daß die Drehung von W nach NW häufiger ſey, als jene nach SW (obgleich letztrer Wind wenigſtens im weſtlichen Europa häufiger iſt) ſo ließe ſich dieſes aus der größeren Stärke des NW erklären; denn wenn auch der SW, wenn er wehet, länger anhält, und folglich einen größeren Quotienten giebt, ſo kann doch die größere Intenſität des NW veranlaſſen, daß die Drehung häufiger nach demſelben geſchieht." — „Auch glaube ich, fährt S. fort, daß die Winddrehungen in Europa ſehr von den Luftſtrömungen abhängen, welche die verſchiedene Temperatur des Continents und des Meeres veranlaßt; Strömungen, die den zurückkehrenden Weſtpaſſat abhalten oder abändern." Auſſer dieſen Einwürfen berührt S. bei dieſer Gelegenheit noch folgendes Hiehergehörige: α) Es iſt wahr, die Temperaturverhältniſſe der nördlichen Gegenden (Grönland, Island, Nord-Norwegen) ſind oft jenen entgegengeſetzt, welche in Europa ſtatt finden, auch bietet das nördliche und ſüdliche Europa oft ſolchen Gegenſatz dar; die verſchiedenen Zonen ſcheinen aber eher nördlich und ſüdlich, als öſtlich und weſtlich gegen einander zu liegen. So fand die Kälte im Januar und Februar 1823, die in Deutſchland einen ſo ungewöhnlichen Grad erreichte, in Island nicht ſtatt, und in Copenhagen war ſie bei weitem gelinder als in Hamburg; wäre die Richtung der Gränzlinie beider Witterungszonen NO — SO, ſo würde in Hamburg die Kälte wenigſtens nicht größer geweſen ſeyn, als in Copenhagen, ſondern eher geringer. — Es ſcheinen dieſe und ähnliche abnorme Temperaturverhältniſſe am beſten erklärbar zu ſeyn aus Störungen der Normalverhältniſſe etwa durch einen großen Temperaturunterſchied der Atmosphäre über dem Continent und dem Meere. Denken wir uns im Winter eine ſtarke

Strömung der Luft aus Oſten über das ſüdliche Europa, ſo wird der regelmäßige SW (der von oben zurückkehrende Paſſat) abgehalten, und erreicht erſt im nördlichen Europa die Erde. Der Winter wird alsdann in dieſem Theile von Europa mild, in jenem kalt ſeyn. Geht dagegen der Oſtſtrom über das nördlichere Europa, ſo erreicht der SW erſt in Island oder Lappland die Erde, und bringt hier einen milden Winter, während weiter ſüdwärts, in dem Oſtſtrome, der Winter kalt iſt; β) wäre Dove's Annahme richtig, daß im alten Continent zwei entgegengeſetzte Strömungen neben einander ſtatt finden, die ſich oft gegenſeitig ſtören, und deren Grenzlinie über das öſtliche Europa oder das weſtliche Aſien gienge, ſo würde hier die Witterung ſehr veränderlich ſeyn; bekanntlich iſt ſie aber ſehr beſtändig, veränderlich hingegen auf den Küſten des atlantiſchen Meeres, die doch nach Dove's Anſicht im SW Luftſtrome liegen; γ) iſt die allgemein angenommene Erklärung des Paſſatwindes richtig, ſo muß dieſer Wind in der heißen Zone nicht nur über dem Meere, ſondern auch über die Continente wehen, wenn auch hier mit Unterbrechungen und Modificationen wegen Erwärmung und Unebenheiten des Bodens; — und iſt der herrſchende SW in der nördlichen gemäßigten Zone der zurückkehrende Paſſat, ſo muß er gleichfalls nicht nur über dem Meere, ſondern auch über die Continente wehen, wenn auch hier mehr unterbrochen und mit weniger entſchiedenem Uebergewicht (vergl. oben S. 364 ff. und 370 ff.); δ) L. v. Buch hat gezeigt: daß auf den canariſchen Inſeln im Sommer der NO-paſſat weht, im Winter der zurückkehrende SW-Paſſat (Deſſen: Phyſikal. Beſchreib. d. canariſchen Inſeln. Berlin 1825. 4 S. 66 ff. und oben S. 248 ff.) Schouw ſelbſt hat bewieſen: daß in Europa die Periode der größten Regenmenge gegen Süden immer ſpäter eintrifft; nämlich im nördlichen und mittleren Europa im Sommer und Herbſt, im ſüdlichen hingegen im Herbſt und Winter (ſ. oben 202 ff. und 210 Bem. 7). „Da es nun der SW iſt, der jene Regenperiode bringt, ſo mache jener Umſtand es höchſt wahrſcheinlich, daß die Zone, in welcher dieſer Wind herrſcht, gleichfalls nach der Jahrszeit mit der Sonne gegen Süden rückt. Wenn wir Sommer haben, erreicht die Zone des Paſſats die canariſchen Inſeln, ja dehnt ſich noch weiter gegen Norden hinaus: über den Ländern am mittelländiſchen Meere herrſchen dann nördliche Winde, im nördlichen Europa die ſüdweſtlichen und weſtlichen; mit der Sonne rücken im Herbſte dieſe Zonen immer mehr gegen Süden; im Winter iſt die Nordgrenze des Paſſats jenſeits des Wendekreiſes, und die Zone des zurückkehrenden Paſſats ſchließt dann das ſüdliche Europa, die Nordküſte Afrikas, ſelbſt die canariſchen Inſeln ein. — Im nördlichen Europa herrſchen im Sommer die weſtlichen Winde ſehr: weil dann nicht nur der zurückkehrende Paſſat in ſeiner vollen Stärke dieſen Theil der Erdoberfläche trifft, ſondern weil auch die Erwärmung des Continents eine Strömung vom Meere veranlaßt; — im Winter iſt der zurückkehrende Paſſat zwar noch immer wirkſam, allein da er alsdann auch im ſüdlichen Europa herrſcht, iſt die Nordgrenze der Zone näher, die öſtlichen Winde beſiegen ihn leichter; beſonders da zu-

gleich die größere Wärme der Luft über dem atlantiſchen Meere eine Strömung vom Feſtlande bewirkt. In Europa ſind folglich, nach dieſer Anſicht, im Sommer allerdings zwei Hauptluftſtröme vorhanden; ſie liegen aber nicht im Oſt und Weſt (weil, wenn ein SW und NO Luftſtrom neben einander lägen, die nördlichen Winde an den Küſten Portugals nicht ſo häufig eintreten könnten, als ſie dort wirklich wehen), ſondern im Nord und Süd gegen einander, und im ſüdlichen Europa geht zugleich der SW-Strom über dem nördlichen Windzug. Ein Kreislauf findet ſtatt, aber nicht ein horizontaler, ſondern ein verticaler. Die Analogie ſpricht dafür, daß daſſelbe für die ganze gemäßigte Zone gilt, wenn auch im Innern der Continente mit geringerem Uebergewicht des Südwindes*). Vergl. Schouw in P's Ann. XIV. 541—557.

---

*) Folgende Gründe theilt Schouw ſchließlich mit, warum er die von ihm beobachteten und benutzten Windverhältniſſe nicht nach der Lambert'ſchen Formel berechnet, ſondern durch Quotienten der einzelnen Winde ausgedrückt hat. 1) Seine Methode gebe einen vollſtändigeren Begriff der Windverhältniſſe; nämlich die Verhältniſſe ſämmtlicher Winde unter ſich; die L'ſche Formel hingegen nur die mittlere Windrichtung. Z. B. Copenhagen nach Lambert und Dove 58° 59′ (WSW) nach Schouw:

N	0,09	S	0,12	O	0,12	W	0,19
NO	0,09	SW	0,17	SO	0,10	NW	0,12

2) L's Formel allein verleite leicht zu irrigen Anſichten, weil ſie eine ſehr ähnliche, oder gar völlig gleiche Zahl geben könne; obgleich die wirklichen Verhältniſſe ſehr verſchieden ſeyen. Z. B.

	Nach Dove:	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
				Nach Schouw:					
Copenhag.	58°59′	0,09	0,09	0,12	0,10	0,12	0,17	0,19	0,12
München	59°24′	0,06	0,05	0,18	0,04	0,10	0,20	0,34	0,03

Nach Dove's Methode ſieht man nicht, daß W in München zweimal ſo häufig iſt, als in Copenhagen. Umgekehrt erſcheinen bisweilen Windverhältniſſe verſchiedener Orte, nach Lambert in Rechnung genommen, ſehr von einander abweichend; obgleich durch eine nähere Betrachtung der einzelnen Winde, eine in der Haupſache genau Uebereinſtimmung klar wird. So z. B. zeigt S. in ſeinen Beiträgen (oben S. 100 ff.) daß die Windverhältniſſe in Dänemark ſich

17) Dove hatte in Königsberg in Preußen die Veränderungen der Windesrichtung mit dem Gange des Barometers und Thermometers,

---

überall in den Hauptpunkten gleich bleiben; Dove giebt jedoch, nach S's Zahlen:

Copenhagen	58° 59′	Apenrade	115° 36′	Viborg	74°45′
Skagen	46° 36′	Hofmansgave	32° 14′	Steves	54°55′

3) Nach S's Darſtellung falle gleich in die Augen, wenn die Ergebniſſe von Lokalverhältniſſen abhangen; z. B.

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Mailand	0,07	0,13	0,26	0,09	0,04	0,12	0,20	0,09
Padua	0,08	0,17	0,28	0,04	0,07	0,12	0,21	0,03

Das große Uebergewicht der entgegengeſetzten Winde O und W zeigt deutlich den Einfluß der Richtung des großen Po-Thales, und das Uebergewicht von O, beſonders in Padua, jenen Einfluß, welchen die Erwärmung dieſes Thales oder dieſer Ebene ausübt; welches beides die Lambert'ſchen Zahlen nicht zeigen würde. 4) Die Lambert'ſchen Zahlen (die man aus S's Zahlen, mit einem höchſt unbedeutenden Fehler leicht berechnen könne; wogegen man aus den nach L. gewonnenen Angaben nicht die Ergebniſſe des S'ſchen Verfahrens auszumitteln im Stande ſey) dürften nur dann in zweckmäßige Anwendung kommen, wenn man eine lange Reihe von Beobachtungen vor ſich habe. „Es war, fügt Schouw a. a. O. S. 557 hinzu, wie ich in meinen Beiträgen deutlich gezeigt habe, nicht meine Abſicht, die Windverhältniſſe der einzelnen Orte zu liefern, ſondern ich wollte nur aus allen zuſammengenommenen die Hauptwindverhältniſſe für England und Deutſchland anzeigen. Durch Anwendung der L'ſchen Methode (wie ſie Dove in ſ. Abh. über mittlere Luftſtröme; P's Ann. XIII. 584—585 benutzt hat) erhalten ſie jetzt den Anſchein von einer Präciſion, die in der That nicht ſtatt findet, und dadurch wird die Ueberſicht der Windverhältniſſe des nördlichen Europa, ſo wie ſie bei Dove (a. a. O.) ſteht, verwirrend." (Ueber Aenderung der Luftſtrömung nach Abweichung der Sonne; oben S. 273 g.) S. liefert dann, Dove's Aufforderung gemäß, in P's Ann. XIV. S. 558 die urſprünglichen Zahlen, jedoch nur für ſolche Orte, für welche eine lange Beobachtungsreihe abgeht, und der Raumerſparniß wegen nur für das ganze Jahr. — Die Stelle — betreffend die gleichzeitige Betrachtung der Drehung des Windes — in Dove's Abh. (a. a. O. XIII. 583), worauf ſich dieſes

ters, mit der Wolkenbildung, dem Eintreten von Regen und Schnee, zwei Jahre lang ſorgfältig verglichen, und gefunden: daß die Dre-

---

bezieht, lautet im Auszuge, wie folgt: Lambert hat (Mem. sur les observations de vent Mém. de Berlin. 1777) durch Berechnung der mittleren Windesrichtung gezeigt, daß, während dieſelbe in Berlin und Drontheim eine ſüdweſtliche iſt, ſie in „Petersburg“ entſchieden „nordöſtlich“ ſich behauptet; ferner: daß für Spardamm daſſelbe gilt wie für Berlin, hingegen „Padua“ ſich mehr an Petersburg anſchließt. L. v. Buch hat es dann wahrſcheinlich gemacht (oben S. 249 ff. und 254) daß jener SW, welcher über dem weſtlichen Europa wehet, der bei den Canaren herabkommende obere Paſſat iſt, der, wenn der untere Paſſat der Sonne ſüdwärts folgt, immer weiter ſüdlich den Boden faßt, und nun an der Oberfläche der Erde nach dem Pole ſtrömt; daß alſo dieſelben beiden entgegengeſetzten Ströme, die unter den Tropen übereinander gehen, in höheren Breiten einander zur Seite ausweichen, mithin neben einander fließen. Es war nun empiriſch zu unterſuchen: ob ſich dieſes im Allgemeinen beſtätigt zeige? Hiezu findet man vortreffliche Data in Schouw's Beiträgen ꝛc., aber leider hat S. den Werth dieſer Arbeit dadurch verringert, daß er ſtatt direct beobachteter Zahlen nur Quotienten giebt, und dieſe nur bis auf die zweite Decimalſtelle entwickelt. Dadurch kommt bei Copenhagen ſchon ein Fehler von 4° hinein, und wenn dieſes auch hier nicht viel bedeutet, ſo iſt es doch wünſchenswerth, bei der großen Unſicherheit der Beſtimmung der mittleren Windesrichtung aus Mangel eines ſichern Maaßes der Intenſität, wenigſtens aus den Beobachtungen die möglichſt richtigen Reſultate zu erhalten. Es iſt daher zu wünſchen, daß Schouw die abſoluten Zahlen mittheile, und wo es die Beobachtungen erlauben, ſtatt der Summe der Tage die Summe der Intenſitäten gebe, wo Zwiſchenwinde unterſchieden ſind, dieſe Unterſcheidung beibehalte. Die Lambert'ſche Formel wird dann für 16 Winde, wenn man von Süd als Nullpunkt der Windroſe, nach Weſt herum zählt, und mit φ dem Winkel der mittleren Windesrichtung mit den Meridian bezeichnet:

$$\mathrm{tg}\,\varphi = \frac{a + b\cos 45° + c\cos 22\tfrac{1}{2}° + d\cos 67\tfrac{1}{2}°}{\alpha + \beta\cos 45° + \gamma\cos 67\tfrac{1}{2}° + \delta\cos 22\tfrac{1}{2}°}$$

wenn

a=W—O	α=S—N
b=NW+SW—NO—SO	β=SW+SO—NW—NO
c=WNW+WSW—ONO—OSO	γ=WSW+OSO—WNW—ONO
d=NNW+SSW—NNO—SSO	δ=SSW+SSO—NNW—NNO

hung von S durch W zu N (S, W, N; oben S. 251) eine in allen atmoſphäriſchen Veränderungen ſich ausſprechende Erſcheinung ſey, die für das weſtliche Europa als Geſetz gelte; oben S. 397 a. a. O. und 252, 253, 255 — 256 und 298. Die Drehung ſelbſt leitete Dove dann (P's Ann. XIII. 583) aus zwei über den Beobachtungsort einander abwechſelnd verdrängenden Winden ab und zeigte endlich: daß, wenn zu einer Zeit in Europa dieſelbe Windesrichtung herrſchend war, überall die Drehung in derſelben Folgeweiſe ſtatt habe, wenn hingegen zwei Ströme in entgegengeſetzter Richtung in den unteren Gegenden der Atmoſphäre neben einander fließen, die Drehung auf zwei der Richtung jener Ströme parallelen Linien in gerade entgegengeſetzter Drehfolge geſchehe. Die nun gegen dieſes Geſetz der Drehung von Schouw gemachten Einwürfe, und namentlich den: daß, wenn D's Behauptung richtig ſey, die verſchiedenen Theile der Windroſe ſich gleich verhalten müßten, was aber nicht der Fall ſey, entkräftet D. dadurch, daß er daran erinnert, wie er gerade das Gegentheil behauptet habe, nämlich: daß die verſchiedenen Theile der Windroſe ſich nicht gleich verhalten, da D. in dem, was von ihm, in Beziehung auf den Ort, zurückſpringende Wirbel genannt worden, gezeigt habe, daß der Wind zwiſchen SW und NW ſehr häufig zurückgehe (oben 252 und 380), ſeltener zwiſchen NW und NO und wieder häufiger zwiſchen ONO und OSO als zwiſchen SO und SW, woraus ſich von ſelber ergebe, daß bei dem Zählen der Ueberſchuß nicht bedeutend ſeyn könne. Als Beweiſe für jene Drehung ſeyen von D. aufgeführt worden die Beobachtungen von Bacon und Lampadius (oben S. 251) die Veränderungen des Barometers und Thermometers bei verſchiedenen Winden und der Zuſammenhang der Hygrometeore mit denſelben; beide letztere Beweiſe erläutert D. nochmals in einer Art, die in der That an der Richtigkeit des Drehungsgeſetzes und ſeiner Grundbedingungen zu zweifeln kaum noch geſtatten dürfte; wie nachfolgender Auszug darthun wird:

a) Barometer- und Thermometer-Aenderungen bei verſchiedenen Winden; vergl. oben S. 243 ff., 252.

Aus der Berechnung der thermo- und barometriſchen Windmittel ergiebt ſich, daß die Windroſe zwei Pole des Drucks und zwei Pole der Wärme hat; d. h. daß es zwei einander nahe gegenüber liegende Punkte in derſelben giebt, an deren einem es am

---

wo, wenn die Intenſitäten gleich geſetzt ſind, die Windzeichen die Summe der Beobachtungen bezeichnen, wenn die Intenſitäten unterſchieden ſind, die Summe der Intenſitäten. Sind nur die 8 Cardinalwinde unterſchieden, ſo fallen die mit c, d, γ, δ multiplicirten Glieder weg. Vergl. oben S. 330.

kälteſten, am andern am wärmſten iſt, und einen wo das Barometer am höchſten, ſo wie den entgegengeſetzten wo es am tiefſten ſteht. Von jedem dieſer Hochſtände (Maxima) bis zu den entſprechenden Tiefſtänden (Minima) nehmen die thermo- und barometriſchen Windmittel unausgeſetzt ab. Betrachtet man daher den mittleren Thermo- und Barometerſtand als Function der Windesrichtung, und bezeichnet man mit x jenen von N nach O gezählten Winkel, welchen die Windfahne mit dem Meridian macht, ſo erhält man aus 10jährigen Beobachtungen für Paris (oben S. 244):

$$\text{Bar.}\quad (x) = 755^{mm},928 + 3,499 \sin (x + 80°9') + 0,336 \sin (2x + 356°21')$$

$$\text{Therm.}\quad (x) = 10°,624 + 1,267 \sin (x + 252°59') + 0,199 \sin (2x + 168°25')$$

und findet dann durch Differentiiren dieſer Formeln, daß fällt:

das thermometriſche Maximum	auf	179°37′ S
— barometriſche Minimum	—	178°51′ S
— thermometriſche Minimum	—	29°8′ NNO
— barometriſche Maximum	—	18°58′ NNO;

was zeigt, daß der Kältepol der Windroſe zugleich der Pol des höchſten, und der „Wärmepol“ jener des „niedrigſten“ Druckes iſt. Geht man nun von SW durch W bis NO, ſo nehmen die mittleren Barometerſtände zu, die mittleren Thermometerſtände ab; von NO durch O bis SW hingegen jene ab und dieſe zu; verfolgt man indeſſen die Windroſe in der entgegengeſetzten Richtung (von SW durch O), ſo nehmen bis NO die mittleren Barometerſtände zu, die Thermometerſtände ab, dagegen von NO durch W bis SW die erſteren ab, die letzteren zu. Was in den barometriſchen und thermometriſchen Windmitteln ſich darthut, muß auch dort, wo ſie in einander übergehen, d. i. in den mittleren baro- und thermometriſchen Veränderungen ſich zeigen. Zunächſt folgt aber: daß ſich überhaupt die barometriſchen Veränderungen umgekehrt verhalten, wie die thermometriſchen; oben S. 252. Dreht ſich nun der Wind in der Folge S, W, N, ſo wird (wenn man den Theil der Windroſe von SW durch W bis NO die Weſtſeite, den von NO durch O bis SW die Oſtſeite nennt; oben S. 381) auf der Weſtſeite das Barometer ununterbrochen ſteigen, das Thermometer fallen; auf der Oſtſeite hingegen erſteres fallen und letzteres ſteigen; wäre aber die Drehfolge: S, O, N, ſo würde die Weſtſeite zeigen andauerndes Fallen des Barometers und Steigen des Thermometers, die Oſtſeite dagegen fortdauerndes Steigen des erſteren und Fallen des letzteren. Dove's Berechnungen der bei den verſchiedenen Windesänderungen gegebenen Thermo- und Barometer-Veränderungen, in den erwähnten Pariſer Beobachtungen, ſprechen für die Drehfolge: S, W, N. Dem dritten von Schouw gewählten Fall, daß es kein Drehgeſetz gebe und die Winddrehung nach

der Seite am häufigſten eintrete, von welcher die Winde am häufigſten wehen (oben S. 403) widerſpricht aber ſchon das Ergebniß der Betrachtung der acht Hauptwinde; denn es müßte, wäre S's Annahme richtig, da die Anzahl dieſer acht Einzelwinde:

N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
133	198	99	130	213	313	293	142 iſt,

das Barometer ſteigen (und das Thermometer fallen) von O bis NO und von N bis NO; hingegen fallen (und das Thermometer ſteigen) von O bis SW und NW bis SW, was nicht ſtatt findet.

b) Der für das Drehungsgeſetz von den Hydrometeoren abgeleitete Beweis zerfällt in folgende 6 Beobachtungsergebniſſe: 1) Schnee und Regen ſind in der Regel mit Aenderung der Windesrichtung verknüpft; 2) Barometer und Thermometer ändern ſich während der Niederſchläge um ſo ſtärker, je entſchiedener die mit dem Niederſchlage verbundene Windesänderung iſt; 3) auch hiebei verhalten ſich Thermo- und Barometergang umgekehrt; 4) Schnee mit fallendem Barometer wird „Regen," Regen mit ſteigendem Barometer „Schnee;" Schnee mit ſteigendem Barometer zeigt „Kälte," mit fallendem Barometer hingegen Milderung derſelben; 5) Bildung des Cirrus iſt mit Druckmindern und Wärmeſteigern; die des Cumulostratus hingegen mit Steigen des Barometers und Fallen des Thermometers verbunden; 6) bei entſchiedenem Barometerſteigen brechen die Wolken: Helle folgt der Trübung; bei entſchiedenem Fallen des Barometers verwandelt ſich der Cirrus in den Nimbus und auf Helle folgt Trübung. — D. folgert hieraus: daß in unſeren Breiten die meiſten Niederſchläge aus der Vermiſchung ungleich erwärmter Winde entſtehen (oben S. 203). Hienach zerfallen alle Niederſchläge in zwei große Klaſſen: Kältungs- und Wärmungs-Niederſchläge, von denen die erſteren dadurch entſtehen, daß dem wärmeren Winde ein kälterer, die letzteren, daß ein wärmerer dem kälteren folgt; da nun bei den Niederſchlägen der Weſtſeite das Barometer ſteigt und das Thermometer fällt, bei denen der Oſtſeite hingegen das Umgekehrte ſtatt hat, und bei erſterem ein Uebergang von der Trübung zur Hellung, bei letzteren dagegen von der Hellung zur Trübung ſtatt hat, ſo folgt: daß die Niederſchläge der Weſtſeite dadurch entſtehen: daß ein wärmerer Wind von einem kälteren verdrängt wird, die der Oſtſeite hingegen dadurch, daß ein wärmerer Wind den kälteren verdrängt. Da ferner die nördlichen Winde die kälteren und ſchwereren, die „ſüdlichen" die „wärmeren" und „leichteren" ſind, ſo folgen bei den Niederſchlägen der Weſtſeite die nördlichen Winde den ſüdlichen, und bei jenen der Oſtſeite die ſüdlichen den nördlichen, oder zuſammen ausgeſprochen, es iſt die Drehung bei den Niederſchlägen: S, W, N, O, S. — Die erwähnten Pariſer Beobachtungen beſtätigten, was die Königsberger gegeben hatten: für das weſtliche Europa ändert ſich der Wind im Mittel nach der Ordnung: S, W, N.

c) Veränderliche Ströme über demſelben Ort.

Beſonders zur Winterszeit, wo, wegen der größeren Temperaturabweichungen der nördlich und ſüdlich vom Beobachtungsorte gelegenen Gegenden, alle Witterungserſcheinungen faſt nur durch die Winde bedingt werden, zeigt ſich, aus der Vergleichung der unten beobachteten Windesrichtung mit dem Zuge der höheren Wolken und der Richtung der Streifen des Cirrus, daß bei SW und NO die untere Windesrichtung auch dem Zuge der höchſten Wolken entſpricht, daß hingegen bei W und NW; bei O und SO die Richtung der Windfahne und der tieferen cumulusartigen Wolken rechtwinklig auf der oberen Windesrichtung geht. Ferner: wendet ſich nach einem barometriſchen Minimum bei SW der Wind nach Weſten, und geht dann nach Norden herum, ſo rücken dunkle, gebirgsartige Cumulostrati vom Weſthorizont herauf, denen unmittelbar voran ein kalter Wind herweht, der mit Barometerſteigen, und im Winter mit dichtem Schneegeſtöber, im Frühling mit Graupelſchauern, im Sommer mit Blitzſchlägen verbunden iſt. Dieſe Erſcheinung wiederholt ſich gewöhnlich ſehr häufig, während der durch die Zwiſchenräume der unteren Wolkenmaſſen in den oberen Luftregionen ſichtbare Cirrus ungeſtört in ſeiner Richtung von SW nach NO ſtehen bleibt, und mit jedem neuen Niederſchlage ſteigt das Barometer ſprungweiſe; doch rückt die untere Wolkenbildung immer höher hinauf, endlich bricht die Wolkendecke; eben ſo verſchwindet, bei raſchem Durchgange der Windfahne, durch N nach NO, oben der Circus. In NO bleibt die Windfahne ſtehen, der Himmel iſt vollkommen heiter, das Barometer hat, ſo wie die Kälte, ihr Maximum erreicht. So wie das Barometer zu fallen anfängt, erſcheinen auf dem dunkeln Himmelsgrunde feine Cirri in der Richtung von S, oder SW nach N oder NO, die ſich immer mehr zu jenem weißlichen Ueberzuge verdichten, welcher der Bildung von Höfen um Sonne und Mond vorzüglich günſtig iſt; die daher mit Recht als ein Anzeigen ſchlechten Wetters angeſehen werden. Die Windfahne zeigt mit fallendem Barometer O und SO, alſo rechtwinklig auf die Richtung des Cirrus. Sind Cumuli in den unteren Gegenden der Atmoſphäre, ſo werden ſie allmälig von dem ſichtbar herabkommenden Cirrus aufgenommen, und häufig regnet es dann im Winter, während unten der Boden noch hart gefroren iſt. Durch S geht die Windfahne raſch hindurch; es regnet mit gewöhnlich ſtürmiſchen SW. Hieraus, in Verbindung mit dem Vorigen, folgt nun: daß es zwei einander entgegengeſetzte Winde giebt, welche durch die ganze Atmoſphäre hindurchwehen*). —

*) Ein Hauptgrund, gewiſſe Punkte der Windroſe als ſolche zu betrachten, welche der Richtung der Ströme entſprechen, muß natürlich in der Anzahl der Winde geſucht werden; d. h. die Winde ſelbſt, welche der Richtung der Ströme entſpre-

Dieſe Winde nennt nun Dove (a. a. O.): Luftſtröme, den einen den nördlichen, den andern den ſüdlichen; die oben bemerkten Erſcheinungen der Weſtſeite ſind ein Uebergang des ſüdlichen Stromes in den nördlichen (wobei das Verdrängen des ſüdlichen Stromes durch den nördlichen zuerſt in den unteren Gegenden der Atmosphäre, dann aber auch in den oberen ſtatt hat), die der Oſtſeite hingegen erfolgen aus dem Uebergange des nördlichen Stromes in den ſüdlichen, und das Verdrängen des erſteren durch letzteren tritt zuerſt ein in den oberen Luftgegenden, dann aber auch in den unteren. Weſtliche und „öſtliche" Winde haben daher beide über ſich: ſüdliche, aber mit dem Unterſchiede: daß bei Weſtwinden die obere Windesrichtung durch die untere, bei „Oſtwinden" dagegen die „untere durch die obere" verdrängt wird. — Beide Luftſtröme fallen, wie auch hervorgeht aus mehreren, von Dove in P's Ann. XV. 65 — 70 beigebrachten Ergebniſſen vieljähriger Beobachtungen (z. B. 30jähriger zu Hamburg, 50jähriger zu Copenhagen, 25jähriger zu Berlin, 20jähriger zu Petersburg, 27jähriger zu Paris, 12jähriger zu London, 10jähriger zu Manheim, 54jähriger zu Amſterdam, 10jähriger zu Toulouſe, 37jähriger zu Montpellier ꝛc. ꝛc. ꝛc.) im weſtlichen Europa mehr auf SW und NO, im „öſtlichen" und „nördlichen" hingegen mehr auf W und O, und ändern ſich für manche Orte auch mehr oder weniger nach Maaßgabe der Jahreszeiten-Verſchiedenheit.

18) Daß dieſe Luftſtröme manche ſehr merkliche Störungen und Aenderungen ihrer Wirkungen beſonders dort erleiden werden, wo weit gedehnte Continente vom Meere oder von hohen Gebirgen begrenzt erſcheinen, geht ſchon aus S. 244 ff., 248 ff., 259 ff. 272 und beſonders S. 273 ff., 281 — 283, 369 ff. und oben S. 384 ff. hervor; es ſcheinen aber auſſerdem für gewiſſe Gegenden noch beſondere atmosphäriſche Verhältniſſe ſtatt zu haben, deren Einwirkung nicht blos für die Barometrie, ſondern damit auch für Thermo- und Anemometrie der Luft nicht ſelten ſehr auffallend wird. So ſtieß L. v. Buch mittelſt Vergleichung barometriſcher Beſtimmungen der Druckverhältniſſe der Oſtſeeküſte mit denen der franzöſiſchen Küſte auf ein ſog. atmosphäriſches Thal, oder vielmehr auf eine Zone von durchgängig geringerem Drucke (oben S. 255), auf deſſen Schwanken und einſtiges Abändern vielleicht der oben

---

chen, und einander in der Windroſe gerade gegenüber liegen, müſſen in Beziehung auf ihre Anzahl, Maxima ſeyn. Dieß beweiſen auſſer den Pariſer Beobachtungen faſt alle von Schouw mitgetheilten Tafeln, nur daß, wo die Windesrichtung eine mehr weſtliche iſt, die Maxima nicht auf SW und NO, ſondern auf W und O fallen; Dove a. a. O. 65.

S. 272 Anm. und S. 362 erwähnte Einfluß des Meeres, und jenes, ſeit mehreren Jahren bleibend ſich erneuende, örtliche Mindern und örtliche Mehren der Barometerhöhe (oben S. 297 Bem. 5 nicht ohne Einfluß iſt *).

---

*) So beobachtete neuerlichſt Dr. Erman (P's Ann. XVII. 337 ff.) in Oſt-Sibirien, im Thale der Lena, zwiſchen Irkuzk und Jakurzk, die auf 0° C. reducirte approximirte Barometerhöhe = 27″ 3‴,85 pariſ., für Jakuzk hingegen 27″ 10‴,47 p. und bei Ochozk nur 27″ 8‴,09 p. Dieſem gemäß läge Jakuzk unter dem Meeresſpiegel bei Ochozk (und beiläufig vier Linien unter dem Barometerſtande an der franzöſiſchen Küſte) und doch fließet von Jakuzk aus die Lena während 10 Breitengraden bis zum Eismeer; ſolche Nivaudifferenz zwiſchen dem Eismeer und Achozkiſchen Meerbuſen iſt aber undenkbar. Nichts deſtoweniger fand Dr. E. ſeine Beobachtungen mehrfach beſtätigt, theils durch ein in Petersbaushafen 5 Jahre hindurch vom Capitän Stanizki geführtes meteorologiſches Tagebuch, theils durch eine Bemerkung in Gmelin's Flora sibirica, praefat. T. I. p. 39. Daß aber dieſe Anomalie für Jakuzk atmoſphäriſch, und zwar thermiſch bedingt ſey, zeigt die Vergleichung der mittleren Temp. von J. mit der von Ochozk; in J., etwa 2 Breitengrade nördlicher als O., fand E. die Bodentemp. unter — 5° R., in O. zeigten hingegen die Quellen + 2° R. für die Bodentemp. (vergl. auch Kupfer's Beob. über Verhältniß der Bodenwärme zur Luftwärme in höheren Breiten; oben S. 285 Bem.). Solche Temperaturdifferenz beſtätigten auch die atmoſphäriſchen Beſchaffenheiten beider Gegenden; ununterbrochene Nebel herrſchten im Juli 1829 in Ochozk bei O und SO Winden, ſo daß die Sonne oft in 14 Tagen nicht zu ſehen war; von Jakuzk aber bis genau zum Ufer der Judoma (dem erſten Fluſſe am Oſt-Abhange des Aldomgebirges; dort wo die Grauwackenkette ſich verflächt) herrſchte drückende Hitze. Von Judoma an bis Ochozk: dicker Nebel und eine kaum 10° R. überſteigende Mittagstemp. Auch auf die animaliſche Natur wirkt dort auffallend der Gegenſatz zwiſchen O und W, d. h. hier: zwiſchen Continental- und See-Wind; denn es waren Mückenſchwärme (eine bekannte Landplage während der Sommermonate Sibiriens) von Jakuzk aus bis zum Aldom in ſolchem Maaße zugegen, daß Niemand ohne Schleier zu reiſen wagte, während in Ochozk bei Nebel und O Wind ſich keine ſehen ließen, aber ſogleich erſchienen, als mit Weſtwind helle Tage eintraten. — E's Barometer wurde vor den erwähnten Meſſungen in Irkuzk mit Hanſteen's Barometern ſtreng verglichen und für die Erhaltung deſſelben während der Reiſe (zu Pferde,

§. 241.

Wo je zweierlei Winde von entgegengeſetzten Richtungen aufeinander treffen, entſteht zwiſchen beiden zunächſt Windſtille, die in derjenigen Richtung fortrückt, in welcher der ſchwächere Wind dem ſtärkeren weicht, bis endlich letzterer gänzlich vorherrſcht. Dieſes gilt ſowohl von ſolchen Winden, die in horizontalen Richtungen zuſammentreffen, als auch von jenen, welche aus Höhen und Tiefen gegeneinander ſtürmen. In beiden Fällen bieten ſie jedoch nicht im Großen dar, was unter ähnelnden Umſtänden die Schallwellen im kleinen und die Lichtwellen im kleinſten Raume gewähren, und nur wenn letztere einander aufheben (oben S. 377 Zeile 9 — 12 v. o.) gewähren ſie theilweis ähnlich für Puncte, was die Windſtille für weit und hochgedehnte Luftſchichten darbietet. Indem nämlich der ſchwächere Wind durch den ſtärkeren gewältigt wird, wirkt von letzterem noch in der urſprünglichen Richtung eine Druckkraft fort, welche dem Ueberſchuß der Intenſität des ſtärkeren Windes entſpricht; es kreuzen ſich aber nicht beide Winde und gehen daher nach dem Zuſammentreffen auch nicht in ihren urſprünglichen Richtungen fort, auch prallet nicht einer vom anderen ab, mit verwechſelten Geſchwindigkeiten; denn wäre dieſes, ſo könnte es keinen (gewöhnlich

---

oder zu Rennthier) möglichſt geſorgt; noch ſo wenig Luft, die bei ſolchen Transporten in den oberen Schenkel gelangt, giebt ſich ſogleich zu erkennen: durch die Unreinheit des Anſchlagens, und durch die Sichtbarkeit der mit der Loupe aufzufindenden Blaſe beim Umgekehrthalten des Inſtruments, und wird durch Klopfen ſogleich wieder heraus getrieben. Außerdem gaben ſympiezometriſche Prüfungen, d. h. Ableſungen bei verſchiedener Zugießung von (Merkur in den unteren Schenkel) völlige Sicherheit über die Erhaltung des Inſtruments in einerlei Zuſtand. Vorſätzlich wurde das Bar. nicht ausgekocht, ſondern eine Correction durch Rechnung, der zu poſtulirenden, aber auf dieſer Reiſe nicht zu erreichenden abſoluten Richtigkeit vorgezogen.

nicht unbeträchtlichen) Raum für die zwiſchenfallende Windſtille geben, ſondern es geht der ſchwächere in dem ſtärkeren unter. Zwiſchen jedem Wechſel der Land- und Seewinde, ſo wie aller periodiſchen Winde, tritt vermöge dieſer wältigenden Gegenwirkung örtlich ein: Stille der Luft, und bei jedem Gewitter gehören momentane Wehungspauſen und zwiſchenliegende Windſtillräume zu den gewöhnlichen Begleitungs-Erſcheinungen. Vergl. auch oben S. 275. Mit dieſen Windſtillen tritt jedoch nicht immer ein: Herſtellung elektriſcher Indifferenz.

Bem. Ein ſehr bezeichnendes Beiſpiel der durch horizontales Gegenwehen entſtandenen Windſtille theilt der Flottencapitän v. Kotzebue mit. Nachdem im September 1824 ein Paar Tage hindurch ein ziemlich ſtarker Südwind gewehet hatte, erblickte man plötzlich im Norden Wolken und ſah man gleichzeitig das Sturm verkündende Wellenkräuſeln von Norden her das Meer in Bewegung ſetzen. Auf beiden Seiten, auf der ſüdlichen wie auf der nördlichen, erblickte man bald darauf ſchäumende Wellen, zeugend vom Toben des Windes, zwiſchen ihnen aber, in einer Breite von etwa 50 Faden, bildete das Meer einen ganz ruhigen, unabſehbar weit gegen Oſten wie gegen Weſten ſich erſtreckenden Waſſerſpiegel. Nach einiger Zeit entſchied ſich das Luftwehen für den NWind; der ruhige Meeresſtreifen rückte nach Süden vor, ſo daß das Schiff nun ſtatt S-Wind, Windſtille hatte, die aber bald darauf in N-Wind überging, während die ruhige Meeresſchicht ſichtbarlich immer weiter ſüdlich vorrückte.

§. 242.

Jeder plötzliche Wechſel, ſo wie jedes auffallende Weiter-Erhöhen oder Mehr-Vertiefen des Barometerſtandes verräth zugleich nicht minder ausgezeichnete Abweichungen der elektriſchen Beſchaffenheit der Luft. Nicht immer ſind dieſe Abweichungen von Gewittern begleitet, und oftmals verräth nur mittelbar das Anſehen des Himmels, daß es ſich von ſtarken Lufteelektriſirungen handele, die dann das Luftelektrometer meiſtens als ſog. poſitive Ladungen bezeichnet.

1) Eine auffallend ſtarke Barometerhebung, begleitet von ausgezeichneter Luftelektriſirung, bei N und NO im Februar 1795, dem ein Paar Tage darauf (den 18. Febr. Nachmittags) ein heftiger Sturmwind, aber ohne Gewitterausbruch beobachtete der verſt. Heller, weil. Profeſſor zu Fulda. „Das Fadenelektrometer divergirte was es konnte, und ſo wie die Kugeln deſſelben einander genähert wurden, brachen daran Fünkchen hervor.“ Der Himmel war um dieſe Zeit heiter, und erſt ſpäterhin ſtiegen von Oſten Wolken herauf, die nach und nach den ganzen Himmel ſchwarzgrau trübten. Gren's N. Journ. II. 401. Am häufigſten erſcheinen dergleichen auffallende Luftelektricitätswechſel in jenem Monate, welcher für unſere Gegenden der unbeſtändigſte iſt, im April.

2) Anhäufung der Luftelektricität verräth ſich unter andern auch durch auffallende Röthung des klaren Himmels, der dann, zumal bei Sonnenuntergang, nicht nur auf der Abendſeite, ſondern auch über den ganzen übrigen Raum hell kupferfarben erſcheint. Jedoch bietet er auch bei vorhandener Trübung unter gleichen Bedingungen ähnliche Röthung dar. Manches Hiehergehörige enthält Dr. C. Schmidt's Zitterſtoff. Breslau 1803. 8. I. Folgendes, entlehnt aus derſelben, dürfte der weiteren Prüfung nicht unwerth erſcheinen.

a) „Dieſe Röthe (die zuvor gedachte) iſt bisweilen mitten am Tage an gewiſſen Stellen, manchmal in breiten Streifen über den ganzen Himmel ſichtbar. — Bei Aufgang der Sonne iſt der weſtliche Himmel, beſonders im Winter, oft bis auf eine gewiſſe Höhe auf ſeinem ſonſt heitern Grunde roth; ein Roth, das bisweilen ſeine Intenſität von Stelle zu Stelle ändert. Einſt bildete dieſe Röthe, die am Horizonte eine ſehr lange Wolke zum Grunde hatte, eine Art von Nordlicht, und nachdem durch den höheren Sonnenſtand die Röthe vergangen war, ſo ſtralte dieſe Wolke lauter Streifen aus. Bei Sonnenuntergang ſind auſſer dieſem Roth noch alle Regenbogenfarben, doch ohne Ordnung, zwiſchen den Wolken; beſonders ein ſchönes Goldgrün, und bei Tage ſind zu ſolcher Zeit bisweilen Ringe um die Sonne von Regenbogenfarben, oder Nebenſonnen. Das ſchönſte Schauſpiel dieſer Art ſah S. den 25. Jan. 1803. Die Sonne gieng in Geſtalt von 3 großen Feuerſäulen auf, deren Höhe gegen 45° betragen mochte; in Richtung der mittleren erblickte man die Sonne, wenigſtens 15° von den äuſſeren entfernt. In einem Nu wurden dieſe Säulen ſehr breit, nahmen eine blutrothe Farbe an, welche ſo wie das Wetterleuchten zitterte, und zogen ſich eben ſo geſchwind wieder zu den vorigen Formen zuſammen, die aber alsdann Regenbogenfarben annahmen. Als die Sonne höher ſtieg, bildete ſich ein Regenbogen (ein regenbogenfarbenes Kreisſtück?) um dieſelbe. Es war ſtarker Oſtwind, ſehr kalt, der Himmel ohne Wolken, doch etwas trübe, und den nächſten Tag war in jenem Winter die heftigſte Kälte. (Auch im Novbr. 1812 und 1829 verkündeten ähnliche Luftmeteore

den Eintritt ſtrenger Kälte.) Einige Tage zuvor gieng die Sonne hinter einer Wolke unter, und in dem Augenblicke, als die Sonnenſcheibe ganz bedeckt wurde, ſchoß ein der Sonnenſcheibe gleich breiter Lichtſtreifen hinter der Wolke hervor, der ſich zitternd verlängerte und dann, nach Sonnenuntergang, durch ſein Roth kenntlich, bis ins Zenith hinaufreichte. — Im folgenden Monat März ſtand eines Abends bei Sonnenuntergang, am weſtlichen ganz klaren Himmel, eine große rothe Lichtſäule unbeweglich hoch über dem Horizonte, welche erſt mit eintretender Dämmerung vergieng. Bisweilen verliert die Sonne kurz vor ihrem Untergang allen Glanz, ſo daß man ſie ohne geblendet zu werden anſehen kann; ſie wird dabei entweder ganz roth, oder erſcheint viel größer als ſonſt. Erſcheinungen dieſer Art ſind in der arctiſchen Zone gewöhnlich. — Wenn leichte Wolken dem Monde vorüberziehen, bilden ſie bisweilen einen regenbogenfarbenen Hof um denſelben; dieſes geſchieht an der Sonne immer, wenn geſtreiftes Gewölk vor derſelben ſteht. Einmal ſah S. des Nachts zwiſchen dem Monde und ſeinem Hofe einen ſehr kleinen Funken entſtehen, der in horizontaler Richtung einige Grade langſam fortlief und vergieng.

b) Unter dieſen und ähnlichen Umſtänden iſt das Gewölk ſtark elektriſch und nimmt dann eine von dieſer Ueberladung abhängige Geſtalt an. Es bilden ſich dann nämlich des Morgens bei heiterm Himmel zerſtreuete Wolken; dieſe bekommen nach und nach einen Schweif nach einerlei Richtung, der ſich mehr und mehr vergrößert, bis endlich die Wolke größtentheils in dieſe Streifen-Geſtaltung übergeht, deren Einzelſtreifen bisweilen in gerader, einander paralleler Richtung auslaufen, oft aber auch krumme Linien befolgen und ſich kräuſeln. Wie zahlreich auch dergleichen Gebilde den Tag hindurch am Himmel hervortreten, nach Sonnenuntergang löſen ſich alle wieder auf; ſey es in heiterem Himmel oder in eine Maſſe, aus der ſich neue aber unregelmäßige Wolken bilden; denn geſtreifte Wolken obiger Art giebt's nur am Tage. — Einſt wurde bei ſtark von Oſt nach Weſt geſtreiftem Himmel der Horizont im Norden helle, und plötzlich fingen die geſtreiften Wolken an dieſer Stelle an zu zerfließen; ein andermal erfolgte ebenfalls die Klärung des nördlichen Horizont, aber die geſtreiften Wolken zerfloſſen dieſesmal nicht, ſondern dreheten ſich von Weſt nach Süden.

c) Die Richtung der geſtreiften Wolken iſt meiſtens allgemein und einerlei, und in dieſem Falle iſt ſie Abends jener des Morgens gewöhnlich entgegengeſetzt. Seltener ſtimmt ſie nicht zuſammen und die Streifen erſcheinen dann mitunter wie mit zu einem über den ganzen Himmel verbreitetem Netze verwoben. Schmidt ſah eines Abends ein dergleichen Netz leuchten und nordlichtartige Stralen ſchießen. Sehr regelmäßig erſchienen ihm hingegen die Streifen nach dem Erdbeben im October 1802; 5 Wochen hindurch behielten ſie (jeden Tag ſich erneuend) die Richtung von Oſten nach Weſten.

d) Die **Richtung des Windes** ſtimmt mit der des Gewölkes bisweilen überein, oft auch nicht, oft ſind beide einander entgegen, und oft verändert die leichteſte und am meiſten zerzogene Wolke nicht im mindeſten ihren Platz *). Bisweilen ſteht am Horizonte eine ſehr große Wolke, aus deren Rande unzählige Wolkenſtralen auslaufen, ſo daß ſie, das Leuchten ausgenommen, das Anſehen hat, wie ein **Nordlicht**; endlich vergeht ſie ganz. Oft iſt eine Wolke nur zum Theil geſtreift, zum Theil nicht, und manchmal zerfließen die Spitzen des geſtreiften Theils in unregelmäßige Maſſen. — Wenn bei vollkommener Windſtille des Abends bei Sonnenuntergang der weſtliche Himmel mit (ſtreifigen) Wolken bedeckt, der übrige Himmel aber klar erſcheint, ſo ſtrömen dieſe Wolken oſtwärts zu auseinander, bisweilen: als ob ſie rauchten. — Bei **nicht**-elektriſcher Feuchte der Luft iſt der Himmel **überzogen**, aber nicht bewölkt.

e) Trockne elektriſche Witterung tritt bei uns bisweilen ſtatt der naſſen (wolkigen) im Frühjahr ein; ſie iſt daran erkennbar, daß ſich allemal nach Sonnenaufgang der Wind aus O, N oder SO erhebt, Tags über zunimmt und Abends wieder aufhört. Dieſe Winde ſind ſehr trocken, das Gas verſchwindet gleichſam, bisweilen entſtehen Wolken, ſo daß man glaubt es müſſe regnen (was aber doch nicht geſchieht, denn die Wolken löſen ſich des Nachts, oder auf einer andern Stelle wieder auf) oder der Himmel erſcheint ſtatt derſelben ganz wolkenleer, aber gleichſam voll von dünnem Nebel. Dabei bemerkt man mitunter auffallend große **Schallverſtärkung** **).

---

*) Eine ähnliche ſtreifenförmige Strömungs- oder vielmehr Schwimmungs-Richtung beobachtete S. einſtmals an der Küſte von Norwegen an den **Seeneſſeln** (Medusa; Actinia) die ſonſt gewöhnlich in ſenkrechter Stellung im Meere (nur in den nordiſchen Meeren jenſeits des 59ſten Grades) ſchwimmen, um jene Zeit horizontal liegend, die Fühlfäden ſtarrend, ſich treiben ließen von der Strömung im Meere. Viele Tauſend derſelben richteten ſchwimmend ſich ſämmtlich einem Punkte zu, ſo daß ſie mitſammen die Form eines Kometenſchweifes nachbildeten. Es erfolgte **Sturm**.

) Dieſe Witterung ſcheint S. Aehnlichkeit mit jener des **Harmattan (oben S. 368) darzubieten, von dem S. bemerkt: daß er alle rheumatiſche Krankheiten heile (?). — Alle Sträucher und Bäume, bemerkt S., wachſen in der Zeit jener harmattam-ähnlichen Witterung ſtärker und ſchneller, und tragen viel Obſt; das Rindvieh ſcheint weniger Milch zu geben, als es den ſonſtigen Umſtänden nach ſollte, die **Milch gerinnt überaus leicht**, und alles Fleiſch geht ſelbſt bei

f) Auſſer dieſem enthält S's Schrift Verſchiedenes, was dem früherhin in dieſem §. Zuſammengeſtellten zum belehrenden Belege dienen kann, und daher ſchlüßlich hier noch eine Stelle erhalten möge. α) Im kalten Winter 1740 war auf Grönland, in der Diskobucht, ſo gelinde Luft, daß die wilde Gans ihre Zuflucht im Januar dorthin nahm, und in der Bucht, die ſonſt vom October bis Mai mit Eis bedeckt iſt, war keines bis ſpät im März. Zu gleicher Zeit ſah man dort bei klarem (?) Himmel die Sonne bis Ende Februar nicht, während man ſie ſonſt dort bald nach Neujahr zu Geſichte bekommt; die Stralenbrechung mußte alſo in jenem Winter für Grönland ſehr geſchwächt worden ſeyn. β) Iſt auf dem Meere bei eintretender Fluth Sturm, ſo nimmt derſelbe mit dem Steigen der Fluth zu. γ) Im April zeigt das Hygrometer oft an demſelben Tage höchſte Trockne und höchſte Feuchte; Wind wehet dann in achwechſelnden Stößen. δ) Es gehört zu den gewöhnlichen Erſcheinungen, daß, wenn eine Gegend an großer Dürre leidet, andere der Strich- oder Platzregen ſich erfreuen, nie aber zu ſolcher Zeit Landregen haben. ε) Gegen Norden nehmen die eigentlichen Gewitter ab, und jenſeits des 60ſten Grades ſchwinden ſie ganz; wohl ziehen ſich dort noch Gewitterwolken zuſammen, aber es kommt darin höchſtens nur zum Wetterleuchten. Statt derſelben erſcheinen in jenen Gegenden, und je weiter nordwärts um ſo häufiger jene Art Nordlichter, welche ſich zunächſt entwickeln in Form einer großen ſchwarzen Wolke, gebildet in einer Höhe, wo wenigſtens keine Dunſtbläschen mehr beſtehen können. Nicht ſelten reiſſen ſich aus der großen Wolke kleine, ebenfalls leuchtende Wölkchen los, die dann aber von der großen immer wieder zurückgezogen werden (S. ſpricht als mehrjähriger Augenzeuge); vergl. dieſ. Hdb. I. 255 ff., 398 ff.

---

kalter Lufttemperatur ſehr geſchwind in Fäulniß über; dagegen fand S. ſolche Witterung höchſt ungünſtig der Verbrennung des Schwefels zur Schwefelſäure. — Daß die Entſtehung der Schwefelſäure, bei deren Fabrikation im Großen, vom Zuſtande der Luft abhängig ſey, will S. zu ſeinem großen Nachtheil widerholt erfahren haben, und dieſer Umſtand war es, der ſeine Aufmerkſamkeit der Beobachtung der Himmelsſchau (Facies coeli) und jener der Wolken zuwendete. „Im Jahr 1795 merkte ich (erzählt S. auf der VIII. S. der Vorrede zum I. B. ſeines Zitterſtoffs) das erſtemal mit Erſtaunen, daß vom Monat März bis Mai bei gleichem Schwefelverbrauch immer weniger Säure ward, und zuletzt gar nichts. Dieſes dauerte bis in den October"; ꝛc. — Ueber Schallverſtärkung bei Nacht vergl. auch dieſ. Hdb. I. 468. und meine Experimentalphyſ. II. Cap. IX.

Viertes Kapitel.

Von den ſichtbaren Luftmeteoren.

I) Von den Photometeoren.

§. 243.

Unter denen S. 33 des erſten Bandes dieſes Hdbs. aufgeführten leuchtenden Lufterſcheinungen ſind mehrere bereits im Vorhergehenden gelegentlich beſchrieben und erläutert, oder wenigſtens doch als Wirkungen bekannter Naturgeſetze näher bezeichnet worden; es wird daher für dieſen Theil der im Nachfolgenden abzuhandelnden Photometeore nur der Hinweiſungen auf das zuvor ſchon in dieſer Rückſicht Beigebrachte bedürfen, um hinreichend vollſtändig zu werden, ſowohl hinſichtlich der Beſchreibung, als in Abſicht auf Erklärung derſelben. Aber auch bei den übrigen wird es keiner ausführlichen Nachweiſung ihrer Entſtehungs- und Veränderungs-Bedingungen bedürfen, ſofern dem, was bereits oben S. 259 §. 232 u. ſ. f. dieſ. Abth. und S. 21 des I. B. und S. 73 der erſt. Abth. des II. B. 78 ff. über die Natur des Lichtes und der Geſetzlichkeit ſeiner Veränderungen bemerkt wurde, noch hinzugefügt wird: eine gedrängte Darſtellung der Geſetze des Lichtes, wie der folgende §. ſie darbietet. Vorangehen möge indeß noch, eine kurze Darlegung des Unterſchiedes beider ſog. Syſteme, des Vibrations- und des Emanationsſyſtems (ſ. m. Experimentalphyſ. II. 393.) die zugleich als Ergänzung des oben S. 353 — 361 zu betrachten ſteht. Das Vi-

brationsſyſtem ſetzt entweder voraus eine überall vorhandene, aber nicht überall gleich frei bewegliche, höchſt feine und höchſt ausdehnſame Flüſſigkeit, den Aether, oder: die Fähigkeit der Materien nicht nur als zuſammenhangende Ganze, ſondern auch ihren kleinſten Theilchen (ſog. Atomen, oder phyſiſchen Puncten) nach erſchüttert, d. i. in Wellenbewegung verſetzt werden zu können. Es iſt daher, wie man ſieht, eine Anwendung der Geſetze des Schalles auf die Phänomene des Lichtes *); vergl. m. Experimentalphyſik II. 348 ff. Das Emanations- oder Emiſſions-Syſtem leitet die Sichtbarkeit der Gegenſtände entweder von der Entwerfung kleinſter harter abſolut elaſtiſcher verſchiedengearteter Kügelchen ab, die ins Auge gelangend das Sehen bewirken, und die gleich anderen Materien mit anziehenden und abſtoßenden Kräften begabt erſcheinen, oder, gewöhnlicher, von mehreren: mit ähnlichen Kräften verſehenen, verſchiedengearteten (eigenfarbigen), den ſichtbaren Gegenſtänden entſtralenden, ſehr feinen und ſehr ausdehnſamen Flüſſigkeiten, die einzeln genommen ins Auge gelangend das Phänomen der einfarbigen Helle, die hingegen ihren ſämmtlichen Gegenſätzen nach phyſiſch vereint (oben S. 11) zum Innern des Auges gelangend: für daſſelbe das Weislicht hervorgehen laſſen. — Nicht nur die ſog. ſieben Hauptfarben mittelſt Brechung, oder durch Zuſammenſpiegelung vereint erzeugen im Einungs- (Kreuzungs-) Puncte Weiß, ſondern ſchon Blau, Gelb und Roth, und eben ſo je zwei complementäre Farben (dieſ. Hdb. II. 159) z. B. Orange, d. i. Gelb-Roth, und Blau; Grün, d. i. Gelb-Blau, und Roth; Violett,

---

*) Wie ſich nach dieſem Syſteme die ſog. chem. Wirkungen des Lichtes, desgleichen deſſen Vermögen Magnetismus zu erwecken und auf manche Organismen ſpecifiſch zu wirken erklären laſſen, werde ich in der 2ten Aufl. m. ſchon längſt vergriffenen Grundr. der Chemie zu zeigen verſuchen.

d. i. Roth-Blau, und Gelb. Das Vibrationsſyſtem leitet die Farben von dem Unterſchied der Längen der Wellen und das Weiß von der Aufhebung oder dem Aufgehobenſeyn dieſes Unterſchiedes ab; oben S. 360 und 376 Bem. 4.

§. 244.

Geſetze des Lichtes.

1) Das Licht pflanzt ſich innerhalb ein und deſſelben Durchſichtigen geradlinig fort; 2) wird von den es auffangenden Flächen theilweiſe zurück geſtralt: nach dem Geſetze der geworfenen elaſtiſchen Kugeln (m. Experimentalphyſ. I. S. 119 ff.) und des Schalles (a. a. O. II. 369); 3) wird beim ſchiefen Einſtralen in nacheinander folgende Durchſichtige von ungleicher Dichte, oder auch von ungleichem chemiſchen Werthe, einfach gebrochen, d. i. von ſeiner urſprünglichen Richtung abgelenkt (und zwar beim ſchiefen Eintritt aus dem dünneren Mittel ins Dichtere, oder aus dem Minder-Brennbaren ins Mehr-Brennbare: dem Einfallsloth zu-, im entgegengeſetzten Falle davon mehr ab-gebogen); 4) beim Eintritt aus einem durchſichtigen Mittel in die ebene Fläche eines durchſichtigen Körpers und dem darauf erfolgenden Widerauſtritt aus einer anderen Fläche deſſelben Körpers, welcher gegen die Eintrittsfläche geneigt iſt, in daſſelbe durchſichtige Medium wird der Lichtkegel weiter auseinanderſtralend farbig gebrochen (darbietend die Regenbogenfarben, von denen Roth die geringſte, „Violett" die „ſtärkſte" Brechbarkeit beſitzt) *); jedem zwiſchen

*) Ueber das Verhältniß der Leuchtſtärke der einzelnen Farbſtralen des Spectrums (prismatiſchen Farbenbildes) und über die Bedingungen, unter denen ſich mehr oder weniger hellere oder dunklere farbloſe Verticalſtreifen im Spectrum bilden; ſ. I. 21 ff, II. 74 ff. und 162 u. ff. dieſ. Hdbs.

zwiſchen gewiſſe Grenzen enthaltenen Grade der Brechbarkeit des Lichtes, entſpricht eine beſtimmte Farbe *); 5) wird in

*) Wären die Grenzen der einzelnen Farben im Spectrum genau beſtimmbar (etwa: mit jener Schärfe, mit welcher es in Beziehung auf Oertlichkeit die dunkelen Fraunhofer'ſchen Linien ſind), ſo ließe ſich für die äuſſerſten Stralen jedes Farbſtreifen der Brechungsexponent n finden und mithin die Grenze der Brechbarkeit nachweiſen, damit denn aber auch: die Zerſtreuungsgröße der ſolchen Stellen des Farbbildes entſprechenden Stralen und ſomit auch: das Zerſtreuungsverhältniß verſchiedener Mittel mit gewünſchter Genauigkeit angeben. Denn es giebt der Unterſchied der Brechungsexponenten zweier Leuchtſtellen im Farbbilde die Größe der Zerſtreuung der dieſen Stellen zugehörigen Stralen, und der Quotient jener Zerſtreuungen, welche bei nacheinander erfolgender Anwendung zweier verſchieden gearteter Mittel rückſichtlich derſelben Stelle des Farbbildes meßbar werden: das Zerſtreuungsverhältniß beider Mittel. — Einige weichen von dieſer Begriffsbeſtimmung der Zerſtreuungsgröße und des „Zerſtreuungsverhältniſſes" dadurch ab, daß ſie unter erſterer jene Zahl verſtehen, welche man erhält, wenn man den Brechungsexponenten n der rothen Stralen von dem der violetten n_2 abzieht, und die Differenz durch den Brechungsexponenten der mittleren Stralen n um 1 vermindert theilt; nämlich $\frac{n_2 - n_1}{n - 1}$, wonach denn „letzteres" iſt: der Quotient aus den zwei Brüchen dieſer Form in Beziehung auf zwei verſchiedene Mittel. — Bezeichne dagegen (gewöhnlicher) in der vorhergehenden Beſtimmungsweiſe n den Brechungsexponenten einer Stelle des gelben Theils des Farbbilds eines Glasprisma, N den einer Stelle des blauen Theiles deſſelben; ſo iſt N — n gleich der Zerſtreuung der blauen Stralen gegen die gelben, und wenn N^1 und n^1 daſſelbe für ein zweites Farbbild bedeuten, das unter ſonſt gleichen Bedingungen von einem mit Waſſer gefüllten Hohlprisma entworfen wurde, ſo iſt $\frac{N - n}{N^1 - n^1}$ das Zerſtreuungsverhältniß der gelben und blauen Stralen im Glas und Waſſer. Endlich bezeichnet man auch mit dem Ausdrucke N — n im Allgemeinen die Farbenzerſtreuungsgröße eines brechenden Mittels, wo ſich dann N auf die äuſſerſten, n hingegen auf die mittleren Stralen eines gegebenen Farbbildes bezieht, und wo dann auch $\frac{N - n}{N^1 - n}$ das Zerſtreuungsverhältniß

demſelben Mittel (z. B. durch Aenderung der Begrenzung deſſelben, oder des Einfallswinkels) die Brechungsgröße vergrößert oder verkleinert, ſo ändert ſich auch gleichmäßig die Größe der Farbenzerſtreuung (N ändert ſich in demſelben Verhältniß wie n), jedoch nur ſo lange als der chemiſche Werth und die Dichte des brechenden Mittels dieſelben bleiben, ändert ſich dagegen die Natur des Mittels, ſo wachſen oder mindern ſich nicht mehr die Größen N und n in demſelben Verhältniß, ſondern es tritt in dem einen oder anderen Mittel entweder überwiegende Farbenzerſtreuung, oder überwiegende einfache Brechung ein, und man iſt daher genöthigt bei Anwendung verſchiedener Mitteln den Verſuch über die Zu- oder Abnahme des einen oder anderen dieſer Wirkungsverhältniſſe entſcheiden zu laſſen; 6) beim Lichtdurchſtralen zweier, in Abſicht auf Farbenzerſtreuung beträchtlich von einander abweichenden, hinſichtlich der Brechungsart gleichen und in Rückſicht auf Brechungsſtärke einander ähnelnden Mitteln, ſind Begrenzungen und denſelben entſprechende Zuſammenſtellungen denkbar, in welchen die im erſten Mittel

---

zweier verſchieden gearteter Mittel überhaupt ausdrückt. Im Fraunhofer- und im Körner'ſchen Flintglas (Bleioxyd-haltigem Glaſe; K. VII. 233, XI. 318 ff., 360 ff., XVI. 123 ff., XVIII. 4tes Heft) verhält ſich die Farbenzerſtreuung zu der des Crown- oder Spiegelglaſes, wie 2 (und darüber): 1; bei engliſchem Glaſe iſt das des Flintglaſes zu Crownglas wie 1,5:1. Je dichter das Flintglas, um ſo größer iſt gewöhnlich ſein Farbenzerſtreuungsvermögen. Das Zerſtreuungsverhältniß von Waſſer und Crownglas iſt gleich 1:1,54; Edelſteine brechen das Licht ſtärker als Flintglas, haben aber eine geringere Farbenzerſtreuung als Waſſer. — Handelt es ſich hingegen von dem Zerſtreuungsverhältniß irgend einer Gattung von Farbſtralen, z. B. der blauen, ſo will man durch $\frac{N - n}{N^1 - n^1}$ ausgedrückt wiſſen: die Beziehungsverhältniſſe der mittleren zu den blauen Stralen, wo dann n und n^1 auf erſtere, N und N^1 aber auf letztere bezogen ſind.

erzeugten Farben durch Gegenfarben des zweiten Mittels (und ſomit dieſe durch jene) in Weißlicht verkehrt werden, ohne daß dabei die Art der Brechung (z. B. der beim ſchieſen Einſtralen zum Einfallsloth zulenkenden) weſentlich und die Stärke derſelben ſehr merklich abgeändert würde; dergleichen Mittel in ihrer Verbundenheit betrachtet, ſind dann achromatiſch *). 7) Vermöge der verſchiedenen Brechbarkeit der Einzelſtralen des Farbbildes erſcheinen durch gewöhnliche Linſen betrachtete (beleuchtete oder ſelbſt leuchtende) Gegenſtände in Mitten, wo die verſchiedenen Farbſtralen ſich decken farblos, am Rande aber die überragenden, ungedeckten Farben als Farbſaum darbietend. (Iſt es möglich, daß einzelne Gasblaſen, z. B. Waſſergas, zu höchſt beträchtlichen Luft-

*) Es ſeyen beide Medien dreiſeitige Prismen; ſo werden beide (jedes für ſich genommen) z. B. bei parallel einfallendem Lichte nicht nur die Stralen mitſammen, gemäß ihres Brechungsvermögens von ihrer Einfallsrichtung ablenken, ſondern jedes derſelben wird auch den Parallelismus der Stralen aufheben, d. h. das Weißlicht in Farblicht zerſtreuen; ſollen nun beide Prismen verbunden die Richtungsablenkung belaſſen, die Zerſtreuung hingegen gegenſeitig aufheben, ſo müſſen ſie ſo zuſammengeſtellt ſeyn: daß die brechenden Winkel eine entgegengeſetzte Lage haben, und daher bei einem beſtimmten Einfallswinkel des Lichtes die divergenten Farbſtralen (z. B. die violetten des zweiten, den rothen des erſten Prisma) beim Austritte aus die verbundenen Medien paralleliſiren. Daſſelbe wird auch der Fall ſeyn können bei der Verbindung einer Convexlinſe aus Crownglas mit einer Concavlinſe aus Flintglas; bei gewiſſen Verhältniſſen zwiſchen den Brennweiten beider Linſen und ihrer Farbenzerſtreuung werden die Vereinigungspunkte der einzelnen Farbſtralen, und zwar die der äuſſerſten Stralen und jener, welche ihrer Leuchtſtärke und Brechbarkeit nach für die mittleren gelten, zuſammenfallen und ſo die Doppellinſe erſcheinen laſſen: als eine achromatiſche; es würden in dieſer Doppellinſe ſämmtliche Farbſtralen zur Richtungsgleichförmigkeit gebracht werden; wenn die Farbenzerſtreuung beim Flintglaſe für alle Farbſtralen gegen die beim Crownglaſe in demſelben Verhältniß ſtände, was aber in der Wirklichkeit nicht erreicht erſcheint; ſ. m. Experimentalphyſ. II. 473 — 475.

höhen aufſchnellen können, ohne zu zerfließen, vergl. II. 1. Abth. S. 611 — 613 dieſ. Hdbs., ſo werden ſie auch zum direct einfallenden Sonnen-, Mond- ꝛc. Licht ſich verhalten müſſen, wie convexe Linſen; d. h. ſie werden nacheinander folgende kreisrunde Farbbilder entwerfen, die, wo ſie ſich decken, weiß erſcheinen, am Rande hingegen farbige Säume unausgeglichen übrig laſſen; iſt dabei die untere Luft ſehr Dunſtbläschen-reich, ſo werden dieſe unteren Luftſchichten von der Erde aus beſehen, wirken, wie eine Muſelinwand, bei künſtlichen catoptriſchen und dioptriſchen Luftbild-Darſtellungen; d. h. man wird in dieſer Dunſtſchicht große in Mitten farbloſe Kreisbilder wahrnehmen, deren Saum farbig — meiſt gelbroth — iſt.) 8) Beleuchtete weiße Gegenſtände aus dunkler Ferne beſchauet, erſcheinen roth; dagegen dunkle aus heller Ferne geſehen blau, und zwar nicht blos am Rande, ſondern auf ihrer ganzen ſichtbaren Fläche. Es gilt dieſes aber überall nur: von nicht ſehr großen Unterſchieden der Hellung des Gegenſtandes im Gegenſatze der Dunkelung der umgebenden Luft; oder umgekehrt: des Dunkelſeyns des erſteren im Gegenſatze des Hellſeyns der letzteren; denn die (meiſten) Sterne z. B. erſcheinen uns nicht im Rothlicht, ſondern glänzend weiß, obgleich ſie ebenfalls durch das Dunkle hindurch geſehen werden. Es ſind dieſe und alle ähnlich bedingten Farbphänomene entweder vollkommen äuſſerlich, d. h. gegenſtändlich (objectiv; d. i. auſſer uns vorhanden) oder innerlich, d. i. in unſeren Augen (alſo in uns, oder ſubjectiv) erzeugt: durch entſprechende Veränderungen im Sehorgan. Erſteres iſt z. B. der Fall, wenn des Morgen- oder Abendroth's Stralen hohe Gegenſtände noch erreichen und von denſelben (durch Brechung in der Luft, und durch Reflexion) zu uns herab geſendet werden (z. B. Wolken, Schneebedeckte Berggipfel, Kreidfelſenſpitzen, hochſchwebende Papierdrachen ꝛc.), während die niederen Theile der Erdoberfläche, und ſomit wir ſelbſt, ſofern wir uns auf ihnen be-

finden, ſchon im Dunkeln weilen; ferner, wenn wir die Bläue (d. i. die Farbe von geringer Leuchtſtärke) der Luft dort am deutlichſten wahrnehmen, wo der Hintergrund am meiſten dunkel iſt (entweder durch Mangel an Lichtſpiegelung, wie z. B. der ſog. Aether im Gegenſatz der Luft, ſofern er die Himmelsbläue vermittelt, oder durch Undurchſichtigkeit, wie entfernte Berge, Wälder u. dgl.); Letzteres, ſofern eine beſtimmte Art von Farblicht in unſer Auge fällt, das ſchon zuvor, oder zu gleicher Zeit, von anderen Seiten her mit ſchwächerem farbloſen Lichte erfüllt wird; das ſtärkere farbige (z. B. gelbrothe) Licht macht uns dann entweder unempfindlich für die Wahrnehmung des gleichgearteten ſchwächeren (gelbrothen) uns ebenfalls zugekommenen ſchwächeren Lichtes, ſo daß alſo aus dem ſchwächeren Lichte für das Auge nur das übrige Farblicht (im zuvor angenommenen Beiſpiele: das Blaulicht) wirkſam verbleibt (wie Petrini will), oder es veranlaßt vielmehr (wie es für manche Fälle, z. B. bei dem blauen Schatten wahrſcheinlich iſt) in dem ſchwächeren Lichte die wirkliche phyſiſche Entwickelung des complementären Lichtes. Letzteres wird überall der Fall ſeyn müſſen: wo das erzeugte Ergänzungsfarblicht chemiſch wirkt, ſo, wie das ihm dem Farbeneindruck nach gleichende wirkliche Farblicht; z. B. das des Spectrums *). — Das Blau des Himmels nehmen übri-

*) Fängt man auf einer großen weißen Fläche das kleine kreisrunde Bild einer mit Sammelgläſern verſehenen Zauberlaterne auf, nachdem man ein geſättigt rothes Glas vorgeſchoben hatte, ſo erſcheint die Umgebung des rothen Bildes geſättigt „grün,“ war das Vorſchiebglas grün, ſo iſt der Saum des grünen Bildes „roth,“ war erſteres orange, ſo iſt letzteres „blau,“ war hingegen jenes gelb, ſo iſt dieſes „violett,“ ꝛc. Dieſe Saumbilder wirken dann aber auch, wie ich aus einigen, wiewohl noch unvollkommenen Hornſilberverſuchen zu vermuthen Urſache habe, als ob ſie nicht einem ſchwächeren Roth- ꝛc. Licht, ſondern einem wirklichen Grün-, Violett-Licht ꝛc. angehörten. Erſcheinen Abends bei Sonnenuntergang die Wolken und der Himmel in Weſten „gelb,“

gens Viele für eine rein ſubjective Farbe; was voraus⸗ſetzt: daß das Sonnen⸗ und Sternenlicht nicht weiß, ſon⸗dern gelbroth iſt. Dagegen aber ſpricht: a) wir kennen kein reineres Weißlicht als das der Sonne und Sterne; b) es erzeugt dieſes Licht, wo es mit großer Intenſität im

---

ſo zeigt ſich der öſtliche Himmel violett; zeigen erſtere ſich rein roth, ſo iſt letzterer „grünlich,“ und ſind jene wie ge⸗wöhnlich gelbroth, ſo bietet dieſer „Blau“ dar, in man⸗nichfachen Abſtufungen; aber man ſieht dieſe complementären Farben des öſtlichen Himmels auch, wenn man dem weſtlichen Himmel lange Zeit hindurch den Rücken wendet. Beleuchten wir in beginnender Abenddämmerung oder endender Morgen⸗dämmerung unſere Wohnſtuben durch Kerzenlicht (das als ſol⸗ches ſtets röthlich: oder rothgelb, nämlich: feuerfarben er⸗ſcheint) und fangen es dann theilweis auf durch undurchſich⸗tige Körper, ſo erſcheinen die Schatten hinter dieſen Kör⸗pern blau und zwar in dem Maaße ſtärker, als das Kerzen⸗licht mehr geſättigt rothgelb war und laſſen wir zur hellen Mittagszeit dergleichen Kerzenlicht in jene Schatten fallen, welche dadurch erhalten erhalten wurden: daß man das ein⸗ſtralende Sonnenlicht durch gegengeſtellte undurchſichtige Kör⸗per auffieng, ſo zeigen dieſe Schatten ein noch ſchöneres Blau, zumal wenn man dabei den Blick auf weiße Flächen wirft, welche nicht vom directen Sonnenlicht, ſondern nur vom reflectirten der Zimmerwände und vom Kerzenlicht ge⸗troffen wurde. Hatte man bei dergleichen Verſuchen den Ker⸗zendocht mit ſalpeterſaurem Strontian getränkt (der ſtarke Röthung der Flamme erzeugt), ſo bilden ſich nicht blaue, ſondern bläulich grünliche und grüne Schatten, ſo wie Nachts, wenn man von Kerzen beleuchtete Gegenden durch Strontianfeuer ſtark roth beleuchtet, alle Kerzenflammen ſchön grün erſcheinen. — Sieht man in die Sonne, oder anhaltend auf von der Sonne beleuchteten Schnee, oder in das Weißlicht brennenden Phosphors ꝛc. ſo erhält man ſpäter⸗hin mehr oder weniger andauernde farbige Scheiben, nämlich grüne nicht nur, ſondern, wie jeder ſich leicht überzeugen kann, nach einander folgend auch blau und violette; wobei letztere oftmals faſt ins vollkommen Rothe übergehen. Annehmen zu wollen: daß das ſtarke Weißlicht hiebei unempfindlich mache für die Wahrnehmung gewiſſer Farben, iſt darum unſtatthaft, weil nur Farbe, nicht Farbloſigkeit für gleichgeartete ſchwä⸗chere Farbe unempfindlich machen kann; es iſt vielmehr wahr⸗ſcheinlich, daß hier im Auge, in Folge beginnender Zerſtö⸗rung, Farben dünner Blättchen entſtehen.

Auge wirkt nicht blau, ſondern zuerſt in der Regel ſtets Grün (ſ. unten); c) auch den klaren nördlichen Himmel ſehen wir blau, und zwar aus Umgebungen heraus, die weiß ſind (z. B. aus geweißten Zimmern); d) das tiefſte Blau zeigt der ſternklare Himmel, d. i. jene Licht reflectirende Luft, welche am wenigſten erhellt iſt durch Licht fremder Weltkörper. — 9) Lichtſtralen, welche auf einander treffen, unterliegen der Interferenz (oben S. 377)*).

---

*) Man beobachtet die hieher gehörigen Phänomene am beſten, indem man (am zweckmäßigſten mittelſt eines Helioſtats) einen Sonnenſtral in ein dunkles Zimmer fallen und ihn hier eine convexe Glaslinſe von kurzer Brennweite durchſtralen läßt; den hiedurch (nach dem Kreuzungspunkte der convergirend gebrochenen Stralen) entſtandenen Stralenkegel läßt man nun, in einer Entfernung von 6′—8′ von zwei ebenen, wenig gegen einander geneigten Metallſpiegeln (oder auch: von ebenen Glasſpiegeln mit ſchwarzem Hintergrunde) theilweis auffangen und ſieht auf letztere durch ein Sammelglas von kurzer Brennweite: man gewahrt dann zwiſchen den beiden Bildern des leuchtenden Punktes in den Spiegeln verſchiedenfarbige, leuchtende, einander parallele, von dunkelen Stellen unterbrochene Streifen, deren Richtungen auf jener Linie ſenkrecht ſtehen, welche die beiden Bilder des leuchtenden Punktes mit einander verbindet, deren Lage ſich nicht ändert, wenn man die Spiegel um ihre gemeinſchaftliche Durchſchnittslinie dreht, und die in einer zur Unterſuchung ſich eignenden Einfachheit und Deutlichkeit merkbar werden, wenn man ſie durch ein farbiges Glas anſieht. Jene Bilder des leuchtenden Punktes entſtehen, indem die Stralen von den Spiegeln ſo reflectirt werden, als ob ſie bei jedem der Spiegel von einem Punkte hinter demſelben kämen, von welchem aus rückwärts fortgeſetzt ſie auf einander treffend ſich kreuzen. Auf ſolche Weiſe läßt ſich beſtimmen die Richtung, und berechnen die Größe des Weges: den die Stralen zurücklegten, die an den Orten ſich ſchneiden, wohin die leuchtenden und dunkelen Streifen fallen. Auf ſolche Weiſe hat man gefunden: 1) der leuchtende Streifen, welcher ſich mitten zwiſchen den beiden Bildern befindet, entſteht aus Stralen, die vom leuchtenden Punkte bis zum Durchſchnittspunkte gerechnet gleich lange Wege zurückgelegt haben; d. i. ſolche, deren Differenz = 0 iſt; 2) beide erſte Leuchtſtreifen: der erſte Streifen links und der erſte rechts gegen den mittleren, werden durch

Dieſe wird jedoch nur merkbar: wenn die Stralen von ein und derſelben, nicht großen Lichtquelle kommen, ihre Wege nur um wenige Wellenlängen von einander abweichen und gegen einander nicht ſtark geneigt ſind; 10) Licht, das nahe an den Kanten eines dünnen Körpers, oder durch enge Spalt- oder Rundöffnungen (oder ſtatt der letzteren: am Rande der in der Luft ſchwebenden Dunſtbläschen) vorüberſtralt, erliegt der **Beugung** (Inflexion oder Diffraction); d. i. der Farbenſcheidung durch Interferenz. Gieng das zu beugende parallele Weißlicht durch eine enge Spalte, ſo erſcheint der Rothlichtſtreifen nach Auſſen, der des Violettlicht nach Innen gelagert, war das Licht aber vor dem Vorüberſtralen am Rande Farblicht **einer** Gattung, ſo zeigen ſich Leuchtſtreifen dieſer Farbe getrennt: durch vollkommen dunkle Schattenräume, und jeder Farbſtreifen bietet dabei eine am meiſten leuchtende Linie dar, zu deren beiden Seiten die Leuchtſtärke ſich allmälig mindert, bis ſie in geſät-

---

Stralen erzeugt, deren Differenz der Wege dieſelbe iſt; ſie möge ω heißen; 3) der zweite Leuchtſtreifen entſteht durch Stralen, deren Unterſchied der Wege 2ω iſt und 4) im Allgemeinen iſt der Unterſchied der Wege der Stralen die farbige Streifen geben $0, \omega, 2\omega, 3\omega, \ldots n\omega$; 5) die zwiſchen den leuchtenden Streifen vorhandenen **dunkelen** entſtehen von Stralen, deren Weg-Unterſchied durch $\frac{1}{2}\omega$, $\frac{3}{2}\omega$, $\frac{5}{2}\omega\ldots$ ausgedrückt wird. Für **verſchiedenfarbige** Stralen iſt aber der abſolute Werth von ω verſchieden; für die **rothen** am größten; für die „violetten" am „kleinſten;" oben 376 — 377. Dieſer Werthsverſchiedenheit zufolge, wird ſich bei **Zuſammenſetzungen der wellenförmigen Bewegungen in eine** Welle (d. i. bei Interferenz; oben 376) ſtets nur eine Stralengattung aufheben, und an ſolcher Stelle eingattiger Aufhebung mithin die den übrigen, nicht aufgehobenen Stralgattungen zukommende **Ergänzungsfarbe übrig bleiben**; oben S. 420 ff. Läßt man in dem zuvor beſchriebenen Verſuche einige der Stralen, welche auf die Spiegel fallen, durch ein durchſichtiges Mittel von merklich abweichender Brechungsſtärke, z. B. durch Glas, fallen, ſo erfolgt eine nach dem Verhältniß zwiſchen dem Brechungsvermögen des Glaſes und der Luft ſich richtende **Verrückung der** leuchtenden, wie der dunkeln **Streifen**.

tigtes Schwarz endet. Dergleichen Farbſtreifen erſcheinen im violetten Lichte ſchmäler, als im Blaulichte, in dieſem ſchmäler als im Grünlichte und ſo immer breiter werdend, bis ſie im Rothlicht die größte Breite darbieten *). Entfernt man die Tafel, womit man das Bild ſolcher dunkelbegränzten Farbſtreifen auffieng mehr von der Oeffnung (Spalte), ſo rücken die Streifen auch mehr von einander **), und vergleicht man die Bildergebniſſe zweier oder mehrerer dergleichen Entfernungen mit einander, ſo findet man: daß ein und derſelbe Streifen nicht geradlinig von der Spalte aus ſich fortſetzt, ſondern daß er ſich hyperboliſch krümmt; vergl. I. 23. — Dieſe und mehrere andere hieher gehörige Phänomene zeigen: daß Lichtbeu-

---

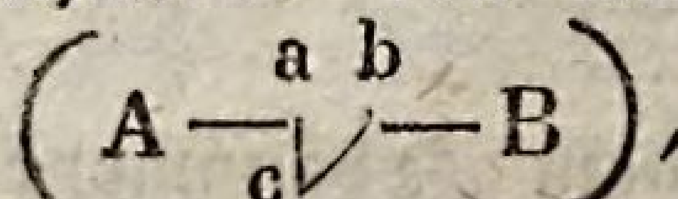
*) Aus den Beugungsphänomenen beſtimmte Fraunhofer die Länge der verſchiedenen Lichtwellen in der Luft, wie folgt:

für Roth	die Wellenlänge			gleich	0,00002422″	par.
Orange	—	—	—	—	0,00002175	—
Grün	—	—	—	—	0,00001945	—
Blau	—	—	—	—	0,00001794	—
Indigblau	—	—	—	—	0,00001587	—
Violett	—	—	—	—	0,00001464	—

*) Die Breite der einzelnen Streifen hängt auſſer der Entfernung des leuchtenden Punkts von der Spalte, auch von der Breite dieſer Spalte ab; ſie wird um ſo kleiner, je mehr die Entfernung des leuchtenden Punkts von der Spalte wächſt, und je größer die Breite der Spalte iſt. Die Ablenkungswinkel der gebeugten Stralen ſtehen nahe im umgekehrten Verhältniß dieſer Breite und die Farbſtreifen derſelben einfachen Farbe folgen, Fraunhofer's Verſuchen gemäß, nahe in einer aritmetiſchen Reihe, deren Differenz dem erſten Gliede gleich iſt vergl. I. 21 ff. Verſchiedenartigkeit der Materien der inneren Spaltenränder, bewirken eben ſo wenig eine Abänderung der Beugungserſcheinung, als Geſtaltsabweichungen derſelben; wohl aber erfolgt ſolche Abänderung bei obwaltender Verſchiedenartigkeit des vom Lichte zu durchſtralenden durchſichtigen Mittels; denn wie deſſen Brechungsvermögen wächſt, ſo auch die Breite der Streifen.

gung eintritt: wenn Lichtwellen ſo unterbrochen werden, daß ſie als unterbrochene ſich fortzupflanzen vermögen; es bilden ſich dann an jeder Unterbrechungsſtelle neue Wellen, die erweiternd ſich kreuzen und ſo mittelſt Interferenz, Farbwellen hervortreten laſſen *). Beweiſend für dieſe Folgerung ſind vorzüglich das Verhalten des Beugungs-Schattenlichtes **) und jene Lichtbeugungen, welche entſtehen: wenn man Weiß-Licht durch Fraunhofer'ſche Gitter, oder auch durch mehrere runde und eckige Oeffnungen auf das Objectiv des Fernrohrs (oben Anm. zu S. 428 Anm.) fallen läßt, ſo daß die nach mehreren Richtungen gebeugten Stra-

---

*) Es erreiche z. B. eine Lichtwelle den mit einer Spalte ab verſehenen Schirm AB 

, ſo wird das der Spalte entſprechende Wellenſtück unverändert durch die Spaltenöffnung tretend ſich fortdauernd erweitern: als gehörte es dem übrigen Wellenantheil als Theilganzes an; zu gleicher Zeit werden ſich aber zu beiden Seiten neue Wellen bilden, zu denen a und b als Mittelpunkte gehören. War nun die urſprüngliche Welle homogen, ſo werden es auch dieſe um a und b neuentſtandenen ſeyn und iſt in c ein Interferenzpunkt derſelben, ſo wird er dunkel oder farbig erſcheinen, je nach dem Werthe der Differenz der Wege der beiden Stralen bc und ac.

**) Taucht man einen ſehr dünnen, undurchſichtigen Körper (z. B. einen feinſten Wollaſton'ſchen Platindrath, oder ein Haar) in den ſchmalen Lichtſtreifen eines im Uebrigen verfinſterten Zimmers, oder in Sonnenlicht, das aus dem Brennpunkte einer Linſe von kurzer Brennweite ſich verbreitet, ſo bietet er nicht nur nach Auſſen die beſchriebenen Farbſtreifen dar, indem dieſelben nach beiden Seiten im Lichte auseinander treten, ſondern auch in ſofern dergleichen ſchwächere (oder vielmehr: Wechſelfolgen von dunkeln und hellen Streifen) nach Innen, in ſeinen Schatten, einbiegen. Auch dieſe Streifen divergiren von dem Körper, ohne ſich zu ſchneiden, und ſie verſchwinden ſogleich auf beiden Seiten, wenn man auch nur die an einem Rande des Körpers vorbeigehenden Stralen mittelſt eines undurchſichtigen Schirmes aufhält. — Taucht man eine ſchmale ſpiegelnde Fläche ſo ſchräg in die Stralen eines leuchtenden Punktes, daß ſie von denſelben

len aufeinander einzuwirken vermögen *). — Jeder ſcharfe Rand wirkt demnach in den Beugungsverſuchen in gewiſſer Hinſicht ähnlich dem die Schwingungsknotenzahl vermehrenden Steg der geſpannten Seite; vergl. auch I. a. a. O. (Der Mond bietet bei totalen Mondfinſterniſſen ein hieher gehöriges Aethermeteor dar, nämlich Farbenringe um den dunkelen Mondeskörper; I. 271 ff.) 11) Weißlicht, das durchſichtige farbige Mittel durchſtralt, nimmt die Farbe dieſer Mittel an, und erſcheint ſofort als Farblicht; d. h. die Farbe des farbigen Körpers wird in unſerem Auge zur erhöheten Einwirkung gebracht, durch die Mitwirkung des Weißlichtes, denn nur der kleinſte Theil des Weißlichtes geht dabei (auch wenn das farbige Mittel die höchſte Farbenſättigung beſaß) in Farblicht über, indem es in dem farbigen Mittel bewegliche Grundtheilchen (ſog. Atome; oben S. 355) vorfindet, die in Bewegung geſetzt, kraft der ihrer Dicke und Elaſticität entſprechenden Wellenform gewiſſe Farbwellen aufheben, wodurch dann die übrigen nicht aufgehobenen Farbwellen, oder (was ſtreng genommen nie eintreten kann) die eine nicht durch Interferenz

---

nur einen ſehr ſchmalen Streifen aufzufangen vermag; ſo wirft ſie gebeugte Stralen zurück, die eine ſolche Richtung befolgen, als ob ſie direct von jenem Punkte kämen, in welchem das Bild des leuchtenden Punktes hinter dem Spiegel liegt und als ob die Ränder des Spiegels die Ränder einer Spalte wären, zwiſchen denen das Licht durchgienge und gebeugt würde.

*) Stralt das Licht durch eine runde Oeffnung auf den Schirm und iſt dieſer verſehen mit einer quadratförmigen, genau geradlinigen und ſcharfeckigen Oeffnung, ſo erfolgt die Beugung ſowohl in horizontaler, als in verticaler Richtung und man erblickt im Fernrohr ein farbiges Kreuz. Hat der Schirm hingegen eine kleine runde Oeffnung, ſo erſcheinen die weiter oben S. 45 erwähnten farbigen Ringe. War dieſe Oeffnung ſelbſt ringförmig, ſo zeigen ſich ebenfalls farbige Ringe, aber ihr Durchmeſſer und ihr Verhältniß unter ſich iſt ein anderes, als das der vorigen Ringe. Es erſcheint übrigens nur von

zur Ausgleichung gebrachte Farbwelle übrig bleibt *). 12) Bei jeder Brechung (und bei jeder Farbenzerſtreuung) tritt an

der Breite der Oeffnung und nicht von der Spalte abhängig. Ueber die Veränderungen beim Beugen durch F'ſche Gitter, ſ. l. 21 — 22. Eine höchſt prachtvolle Erſcheinung erhält man nach F., wenn man das Licht durch viele viereckige, gleich weit von einander abſtehende Oeffnungen ins Fernrohr treten läßt. Fängt man das Licht mit einem mit Gold belegten Planglaſe, deſſen Beleg durch Radiren in ein feines Gitter verwandelt worden war, Licht auf, ſo, daß es in das Fernrohr reflectirt werden kann, ſo ſieht man in letztem alle Erfriſchungen ſo, als ob ſie am directen Lichte mittelſt deſſelben Gitters entworfen worden wäre und es zeigen ſich dabei die einzelnen Farbenbilder und deren Abſtände von der Axe um ſo größer, je kleiner der Neigungswinkel des auffallenden Lichtes gegen die Goldfläche war.

*) Oder vielmehr: die ſog. beſtändigen Farben (oder die Farben der Körper) entſprechen einem beſtimmten Maaße von Dicke, Elaſticität und Beweglichkeit der Grundtheilchen, und gehen daher überall hervor, wo dieſe Grundtheilchen in Wellenbewegung geſetzt werden; — vorausgeſetzt, daß das Licht überhaupt nicht Aetherbewegung, ſondern Bewegung der Grundtheilchen iſt; oben S. 355. Irre ich nicht, ſo ergiebt ſich hieraus nicht nur die einfachſte Erklärung aller Farberſcheinungen dünner Blättchen, ſondern auch die aller prismatiſchen und analogen Farbenzerſtreuung. — Im Xten Cap. des II. B. meiner Experimentalphyſik, erſte Auflage, ſuchte ich, neben mehreren anderen Gründen: aus der nach allen Richtungen gegebenen Durchſichtigkeit (z. B. der Luft) zu beweiſen, daß das Licht weder Eigenweſen, noch Bewegungsphänomene eines in den Durchſichtigen nicht nur überall vorhandenen, ſondern auch überall freibeweglichen Aethers ſeyn, und daß es weder einen Lichtſtoff, noch einen Aether geben könne; zugleich wieß ich in jenem Lehrbuche auf den Parallelismus der Erſcheinungen des Strallichts, der Stralwärme und des Schalles hin; meine Einwürfe wurden theils mit einem vornehm abſprechendem „Nicht genügend" zurückgewieſen, theils als nicht vorhanden betrachtet. Jetzt (29 Jahre ſpäter) bemerkt Baumgartner — Naturl. 3te Aufl. Wien 1829. 8. S. 281 ff.: Da viele Körper nach allen Seiten gleich durchſichtig ſind, ſo müſſen ſie auch nach allen Richtungen geradlinige Gänge haben, durch welche das Licht gehen kann, und es bleibt für die undurchdringliche Materie, welche dieſen Körper ausmacht, kein Platz übrig. Dieſe Schwierig-

jeder Brechungsebene, und zwar um ſo ſtärker, je mehr ſchief die urſprüngliche Lichteinſtralungs-Richtung war, und je mehr hiebei zwei nacheinander folgende Durchſichtige hinſichtlich ihres Brechungsvermögens von einander abweichen, mit ein: Rückſtralung, und in einem den Reflexionsverhältniß entgegengeſetzten Größenverhältniſſe innerhalb der Subſtanz des brechenden Mittels: theilweiſe Aufhebung oder Dämpfung (Verſchluckung, Abſorption) des Lichtes; von denen die erſtere aus der Elaſticität, die letztere aus dem Widerſtande der Grundtheilchen (ſofern dieſe nie abſolut elaſtiſch ſind) hervorgeht. Der reflectirte und der durchgelaſſene Stral haben zuſammengenommen, weil ihnen der abſorbirte abgeht, eine geringere Intenſität, als der urſprünglich einfallende, unzertheilte Stral. Je größer hiebei die Elaſticität des Mediums war, um ſo mehr Licht wird zurückgeſpiegelt und durchgelaſſen, und um ſo weniger unterliegt der Dämpfung. (Die Luft iſt durchſichtiger bei großen Waſſergasgehalt, als bei kleinen; oben S. 153.) Je mehr Licht im durchſichtigen Mittel gedämpft wird, um ſo ſchwächer iſt deſſen Durchſichtigkeit, um ſo größer aber ſeine Erwärmbarkeit durch Licht. Bietet das durchgelaſſene Licht eine Farbe dar, ſo zeigt das reflectirte complementärer oder Gegenfarbe *). 13) Wird hiebei der Einfallswinkel

---

keit hat man noch nicht genügend zu beſeitigen vermocht. — Ob man nun jene Einwürfe der Beachtung werth halten wird, muß die Folge lehren.

*) Herſchel fand, daß ein Metallſpiegel aus Arſen-haltigem Zinnkupfer nur 0,673 des auffallenden Lichtes reflectirt, und nach Bonguer reflectirt ein ſenkrecht von Luft auf Waſſer einfallender Lichtſtral gegen 0,018, ein Luft auf Glas gehender 0,025 ſeiner ſelbſt. Meerwaſſer, wird in einer Tiefe von 679 Fuß undurchſichtig, und auch die Luft würde es ſeyn, wenn ſie ſich bis zu einer Höhe von 518385 Toiſen erſtreckte und aufwärts fortdauernd in Abſicht auf Dichtigkeitsminderung dem oben S. 40 erwähnten Geſetze folgte. Vom ſenkrecht einfallenden Sonnenlichte läßt, Lambert

ſo groß, daß der Brechungswinkel der an die zweite Grenze gelangten Stralen größer erſcheint als ein rechter Winkel, ſo findet gar kein Straldurchlaſſen ſtatt, weil dann auch der gebrochene Stral ins vorgelagerte (alte) Mittel zurücktritt; woraus folgt: daß nur jenes Licht durch brechende Medien hindurch zu dringen vermag, deſſen Brechungswinkel an der zweiten Grenze kleiner iſt als 90°; im umgekehrten

---

zufolge, die Luft nur 0,5889 durch. — Mattgeſchliffenes Glas wird durch Befeuchtung mit Waſſer, Weingeiſt, Oel ꝛc. durchſichtig und Nebelbläschenaggregate werden es durch zwiſchen gelagertes Waſſergas; oben S. 153ff. Die Metalle würden gänzlich durchſichtig ſeyn, wenn ihre Brechungsvermögen nicht von dem der Luft zu ſtark abwiche, und wenn ihren Kryſtallblättchen eine Flüſſigkeit zwiſchengelagert erſchiene, welche, wie Oel beim Papier ꝛc., die Homogenität der Aggregativtheilchen herzuſtellen vermöchte; bei dünnſten Schichten wird letzteres nicht nöthig und daher erſcheinen ſelbſt die dichteſten unter dieſer Bedingung (z. B. Gold) wenigſtens durchſcheinend; das im letzteren Falle durchgelaſſene Licht iſt in Abſicht auf Farbe complementär dem reflectirten. — — Bei jeder einfachen Kryſtallgeſtalt heißt übrigens jede Ebene, welche die Geſtalt ſchneidet ein Schnitt; die durch den Mittelpunkt zweier paralleler Schnitte gehende, auf deren Ebenen ſenkrecht ſtehende gerade Linie eine Axe, und Falls die derſelben zugehörigen Schnitte für ſich regelmäßige Figuren darſtellen, oder zu verzeichnen zulaſſen: eine Hauptaxe. — Es wird von Einigen behauptet: das zu uns und mittelſt Durchlaſſung gelangende Sonnenlicht ſey nicht vollkommen weiß (farblos), ſondern etwas gelblich, oder vielmehr röthlichgelblich; wenn dieſes der Fall iſt, ſo wird das unterwegs (in der Luft) beim Brechen reflectirte Licht blau ſeyn müſſen, und unterliegt dieſes dann in der Luft einer zweiten Reflexion, ſo wird der uns hievon zukommende Theil blau erſcheinen, während der von uns abgewendete, nicht wieder zur Erde kehrende Theil „feuerfarben" iſt. Eben ſo wird das von der Erde zum Himmel reflektirte und von dieſem aus wieder zurückgeſpiegelte Licht die Gegenfarbe des von Seiten der oberen Luft hindurch gelaſſenen orangen Lichtes, nämlich die blaue darbieten; wodurch dann, Falls die Luft an ſich ſchon Blaulicht zu erzeugen vermag, die Intenſität des Himmelblau erhöhet werden muß; vergl. jedoch oben S. 422.

Falle verwandelt ſich die Brechung in Rückſtralung *). 14) Die Intenſität des durchgelaſſenen Lichtes nimmt in einem geometriſchen Verhältniſſe ab, wenn die Dicke des Mediums in einem arithmetiſchen wächſt **). 15) Aber nicht nur beim Eindringen, ſondern ſchon beim Auffallen, erfolgt Lichtdämpfung. Dieſe, mehr oder weniger Dunkelung erzeugende äuſſere Abſorption der Oberfläche ſteht, alles Uebrige gleichgeſetzt, im geraden Verhältniß der Rauhigkeit (d. i. der aufgehobenen Continuität) der Oberfläche, und iſt Erfolg der durch verworrene Spiegelung vermittelten Interferenz der reflectirten Stralen. 16) Aus dem 12ten und dem Interferenzgeſetz geht hervor das Bedingende des Erſcheinens der ſog. Newtonſchen Farbenringe und der Farben der dünnen Blättchen, oder überhaupt dünner, an ſich farbloſer Körper. Die Farbenringe befolgen nämlich bei ihrem Erſcheinen eine Ordnung, welche denen Geſetzen der Farbenbildung durch Interferenz voll-

---

*) Wozu denn gehört ein Einfallswinkel auf dieſe Fläche, deſſen Sinus kleiner iſt, als der Brechungsmoment. Baumgartner a. a. O. 339. Heißt nämlich dieſer Winkel a, der Brechungswinkel b, der Brechungsexponent für den Fall des Austritts n, ſo iſt hier $\sin a : \sin b = n : 1$ und mithin $\sin a = n . \sin b$. Da nun $b < 90°$ ſeyn ſoll, ſo muß $\sin a < n$ ſeyn. Für $b = 90°$, iſt $\sin a = n$, und daher auf dieſem Wege auf n beſtimmbar. A. a. O. und Wollaſton in Gilbert's Ann. XXXI. 235.

**) Es ſey das Mittel in m gleich dicke Schichten getheilt, J bezeichne die Intenſität des einfallenden Lichtes, und μ den im Mittel abſorbirten Lichtantheil, ſo hat das Licht in der erſten Schicht die Intenſität $J (1 - \mu)$ in der zweiten $J (1 - \mu)^2$, in der dritten $J (1 - \mu)^3$ und in der mten $J (1 - \mu)^m$. Herſchel, von der Richtigkeit dieſer Folgerung durch directe Verſuche ſich überzeugend, fand: daß μ für jedes Mittel und häufig für jede Stralengattung einen eigenen, mit der Temperatur ſich ändernden Werth hat; Baumgartner a. a. O. Je ungleichartiger und ungleichförmiger das Innere der denkbaren Schichten erſcheint, um ſo größer iſt gewöhnlich deren Innen-Lichtdämpfung.

kommen entſpricht, wenn man Youngs Entdeckung gemäß berückſichtigt: daß ſich zwei Lichtwellen, deren eine von einem dichteren Mittel in ein dünneres, die andere dagegen von einem dünneren in ein dichteres reflectirt wird, ſelbſt bei gleichen Wegen um eine halbe Wellenlänge unterſcheiden; weil bei der einen der verdichtete, bei der anderen der verdünnte Theil vorausgeht; die Farben der dünnen Blättchen ſind die Ergebniſſe der Interferenz jenes Lichtes, welches das Blättchen ganz durchdringt, mit jenem das an der zweiten Fläche des Blättchens gegen die erſte, und von dieſer wieder gegen die zweite geſpiegelt wird; Baumgartner a. a. O. 333 — 338 *). 17) Licht, das in

*) Man bemerkt die Farbenringe am beſten, wenn man eine auf beiden größeren Gegenflächen vollkommen eben begrenzte Glasplatte auf die höchſte Stelle einer wohl centrirten convexen Glaslinſe von ſehr großer Brennweite legt, ſo daß die Platte genau in der Gleichgewichtsſchwebe ſich hält, dann das eine Glas gegen das andere gelinde andrückt und nun das untere durch das obere zu beſchauen verſucht. Von der Mitte ausgehend, die ſchwarz erſcheint, ſieht man gegen 7 Farbenreihen, deren je zwei durch dunkle Kreisſäume getrennt ſind. In der erſten Reihe folgt dem Blau, farbloſes Hell (Weiß) dann Gelb, Orange, Roth; in der zweiten: Violett, Indigblau, Blau, Grün, Gelb, Orange, Hochroth, Scharlach; in der dritten: Purpur, Indig, Blau, Grün, Gelb, Roth, Bläulichroth; in der vierten: Bläulichgrün, Grün, Gelblichgrün, Roth; in der fünften: Grünlichblau, Blasroth; in der ſechſten: Grünlichblau, Röthlichweiß, und in der ſiebenten: Grünlichblau und Schwachröthlichweiß. Weitere Säume ſind hinſichtlich ihrer Verſchiedenfarbigkeit nicht mehr unterſcheidbar. Die Farben der dünnen Blättchen zeigen ſich am beſten, wenn man farbloſes, geſpiegeltes Weißlicht, z. B. Weißwolkenlicht in dünne, durchſichtige, an einer oder an beiden Seiten von anderen Durchſichtigen begrenzten Blättchen ſchief einfallen läßt; z. B. bei Seifenblaſen, Schmetterlingsflügeln, Fiſchſchuppen, bei den Anlauffarben der Metalle, dem Iridiſiren der Geſteine ꝛc.; bei durch Verwitterung an ihrer Oberfläche aufgeblätterten Fenſtergläſern, am ſog. Sonnenſtaub, am Farbenſpiel des Perlmutter, an den Farben einer dünnen Schicht Oel, Ochſengalle ꝛc., welche über Waſſer

in kryſtalliſirte Maſſen des rhomboidalen, pyramidalen und prismatiſchen Kryſtallſyſtemes, ſo wie der Ein-

---

verbreitet worden ꝛc. ꝛc. Noch merken wir an: α) Das hiebei, ſo wie bei den Farbringen durchgelaſſene Licht zeigt an der Stelle, wo im reflectirten Lichte Schwarz erſchienen einen farbigen Ring, und dort, wo in jenen ein farbiger Ring ſich zeigte, einen dunklen Kreisſaum, jedoch weniger dunkel als die ſchwarzen Kreiſe im reflectirten Lichte; β) unter übrigens gleichen Umſtänden, vermindert ſich der Durchmeſſer eines Ringes in demſelben Verhältniß, als das Brechungsvermögen der Begrenzungsflüſſigkeit zunimmt; kennt man daher letzteres bei verſchiedenen Flüſſigkeiten, ſo kann man aus dem bekannten Verhalten einer Flüſſigkeit, auf das zu beſtimmende der übrigen hinſichtlich der Ringbildung ſchließen; γ) iſt das einfallende Licht gleichartig (z. B. nur rothes), ſo zeigen die Ringe dieſelbe Farbe, ſowohl im reflectirten als durchgelaſſenen Lichte; δ) je näher dem Mittelpunkte des Geſammtringbildes, um ſo breiter erſcheinen die dunklen Kreiszwiſchenräume; ε) die Leuchtſtärke nimmt der Mitte nach den Randfarbſäumen hin allmälig ab; η) bei jeder Lichtart nehmen die Quadrate der Halbmeſſer der reflectirten Farbenringe vom hellſten Punkte aus betrachtet zu, wie die ungraden Zahlen 1, 3, 5 ꝛc., die Quadrate der Halbmeſſer der dunkleren Zwiſchenſäume hingegen wie die geraden Zahlen 2, 4, 6; ζ) der Durchmeſſer eines Ringes derſelben Ordnung, ſo wie auch deſſen Breite, wird um ſo kleiner, je brechbarer das Licht iſt, das ihn erzeugt. Die kleinſten Ringe zeigen ſich in jeder Stralenart, wenn das Licht ſenkrecht die Luftſchicht durchſetzt und gewinnen an Größe mit zunehmender Einfallsſchiefe. — Als Newton die Luftſchicht maaß, bei welcher im zuvor gedachten Farbenringverſuche die erſte, am meiſten glänzende Farbe entſteht, fand er deren Dicke $= \frac{1}{17800}$, für die folgenden, deren Zähler 3; 5; 7; 9; .. bleibt derſelbe Neuer. Unter der Vorausſetzung, daß die zu den einzelnen Farben gehörigen Dicken der reflectirenden Mittel durch das Brechungsverhältniß der Mittel zur Luft gegeben ſind, berechnete hierauf N. Tafeln der Dicken der farbigen Schichten von Luft, Waſſer und Glas, nach der Ordnung der erwähnten Reihen (vergl. m. Experimentalphyſ. II. 494 ff.), mit deren Hülfe ſich — Falls die Farbe bekannt iſt, die ein Blättchen von beſtimmter Dicke gewährt — im Voraus jene Farben beſtimmen laſſen, welche entſtehen werden, wenn zwei, drei ꝛc. dergleichen Blättchen übereinander gelegt werden; wie denn z. B. ein Gypsblätt-

wirkung einander ſehr nahe anliegender, in Gegenſtellung gegebener und darin beharrender, oder in dieſelbe gebrachter Oberflächen durchſichtiger Mittel einfällt, unterliegt beim Fortgange in denſelben der Stralentheilung, oder Gegenſtralung; oder der ſog. doppelten Stralenbrechung, verbunden mit der ſog. feſten Polariſation *). Die doppelte Brechung findet entweder ſo ſtatt, daß, (bei ſchiefem Lichteintritt) neben dem der gewöhnlichen Brechung unterliegendem Stralenbündel, der zweite Stralentheil, entweder durch abſtoßende Wirkung der Brechungsaxe des Kryſtalls (wie z. B. beim Doppelſpath, d. i. rhomboid. Kalkſpath) oder durch Anziehung derſelben (z. B. beim Quarz, Topas, Gyps ꝛc.) der ungewöhnlichen unterliegt und dadurch innerhalb des Kryſtalles vom gewöhnlich gebrochenen Strale abgelenkt wird (um ſo mehr: je größer der Einfallswinkel iſt). Sobald beide Stralenbündel den Kryſtall verlaſſen haben, befolgt wieder jeder das gewöhnliche

chen das Blau der zweiten Reihe giebt (bezeichnet für Luft durch 14), wenn zwei dergleichen Blättchen ein complementäres Orange der 3ten Reihe (zwiſchen 27,125 und 29 fallend) gewähren. — Die Luftſchichtzahl der bekannten Farbe eines Blättchen, dividirt durch das Brechungsverhältniß deſſelben gegen die Luft, giebt die Dicke des Blättchen; vergl. a. a. O. 496. — Kleinſte Kryſtalle verſchiedener Salze ꝛc. ſetzen ſo durch ihre Blättchenfarbe in den Stand: die Dicke des erſten Kryſtallanſatzes zu beſtimmen; bei zunehmender Dicke erlöſcht zuletzt alle Blättchenfarbe in Weiß. Das Grün der Pflanzenblätter gehört der dritten Reihe an, beim Abwelken geht es abſteigend durch Gelb, Orange und röthlich Orange. Während der Entwickelung z. B. der gefärbten Früchte ꝛc. ſcheinen die Farben in aufſteigender Folge zu wechſelnn. — Mehrfarbig erſcheinen nach N die Körper, wenn neben gleichförmigen dickeren Blättchen zu den Seiten dünnere vorkommen. Die Nebelbläschen reflectiren, ſich verdichtend, das ſchwache Blau der erſten Ordnung und tragen ſo bei zur Herſtellung der Bläue des Himmels; vergl. a. a. O. 497 — 500.

*) Biot u. a. Andere nennen die Interferenz des Lichtes deſſen mobile Polariſation.

Geſetz, und die Ausſtralrichtung des Lichtes (nach dem Austritt aus dem Kryſtalle) iſt der Eintrittsrichtung wieder parallel. — Fiel der Lichtſtral ſenkrecht ein, ſo geht einer der Stralenbündel ungebrochen durch den Kryſtall, der andere hingegen erleidet die ungewöhnliche Brechung, und dieſer wird z. B. beim rhomb. Kalkſpathe um den Winkel von 6° 12′38″ gegen den ſpitzen Winkel des Rhomboëder's abgelenkt, jedoch ſo, daß er mit dem umgebrochenen Strale in einer mit dem Hauptſchnitte parallelen Ebene liegt*).

---

*) In Kryſtallen mit zwei Brechungsaxen erleidet nicht nur der ungewöhnlich gebrochene Stral ſtets eine Richtung, welche die mittlere iſt von derjenigen, die er durch jede der Axen einzeln genommen erlitten hätte, ſondern auch der gewöhnlich gebrochene Stral unterliegt dabei einer, wiewohl im Vergleich mit jener des ungewöhnlich gebrochenen Strals ſehr ſchwachen Ablenkung. — Das ganze Phänomen ſcheint daraus hervorzugehen, daß bei allen Kryſtallen mit doppelter Stralenbrechung die Axen die einzigen Linien ſind, um welche die Grundtheilchen des Kryſtalls ſymmetriſch geordnet ſind; wenigſtens ſpricht für dieſe Anſicht die Erfahrung: daß nach einer Seite zuſammengepreßtes Glas ebenfalls doppelte Brechung gewährt. Am beſten läßt ſich übrigens das Phänomen beobachten mittelſt eines dreiſeitigen Doppelſpathprisma; indem daſſelbe ein doppeltes Farbenbild gewährt. — Läßt man den einfallenden Lichtſtral durch zwei Doppelſpathe gehen, die ſo übereinander geſtellt worden, daß ihre Hauptſchnitte (d. i. ein durch die Hauptaxe gehender Schnitt, der die Kryſtallgeſtalt halbirt, ohne eine Kante zu ſchneiden) einander parallel ſind, ſo erfährt der im erſten Kryſtalle gewöhnlich gebrochene Stral, auch im zweiten dieſe Art Brechung, und eben ſo der ungewöhnlich gebrochene auch im zweiten Kryſtalle die ungewöhnliche Brechung; ſtehen beider Kryſtalle Hauptſchnitte einander ſenkrecht entgegen, ſo erleidet der im erſten Kryſtalle gewöhnlich gebrochene im zweiten die ungewöhnliche Brechung und der ungewöhnlich gebrochene die gewöhnliche, und in beiden Fällen ſieht man nur zwei Stralenbündel-Bilder. Bei jeder anderen Lage der Hauptſchnitte beider Kryſtalle, wird jeder der beiden Stralenbündel des erſten Kryſtall's im zweiten wiederum ſo zur Stralentheilung gebracht, wie der urſprünglich einfallende Stral im erſten Kryſtall, und das den zweiten Kryſtall verlaſſende Licht tritt in vier Stralenbündeln hervor, deren Intenſität gleich iſt,

Mehrere nacheinander folgende Durchſichtige, Platten, deren je zwei mit ihren Gegenflächen ſich berühren, polariſiren das

---

wenn beide Hauptſchnitte gegeneinander um 45° geneigt erſcheinen; woraus klar wird: daß ein Lichtſtral beim ſog. Doppelbrechen nicht blos Aenderungen erleidet, die ſich auf die Richtung beziehen, ſondern auch ſolche, welche die Seiten betreffen; d. h. die Stralen ſind beim Doppelbrechen in ihrem ringsum bedingten Wechſelwirken an ſich verändert worden; nicht nur: weil ſie bald die gewöhnliche, bald die ungewöhnliche Brechung darbieten (je nachdem ſie dem Hauptſchnitte die eine oder die andere Seite zuwenden), ſondern es fallen auch die mit gleichwerthigem Verhalten wirkſamen Seiten beider Stralenarten, des gewöhnlich und ungewöhnlich gebrochenen, in verſchiedene Gegenden (nämlich einander rechtwinklig entgegengeſetzt). Malus machte zuerſt auf dieſe verſchiedene Seitenbeziehungen aufmerkſam und nannte ſie die Polariſation des Lichtes, und einen dergleichen veränderten Stral einen polariſirten. Statt mittelſt des erſten Doppelſpaths kann man auch, wie M. zuerſt zeigte, den einfallenden Stral zuerſt durch Spiegelung zur Stralentheilung bringen. Läßt man z. B. einen Stral von Luft auf Glas unter einem Winkel von 35° 25′ gegen die Ebene des Glaſes fallen und fängt man dann den reflectirten Stralenantheil durch einen Doppelſpath auf, ſo erleidet derſelbe in dieſem nur die gewöhnliche Brechung: wenn der Hauptſchnitt des Kryſtalls mit der Reflexionsebene parallel, und nur die ungewöhnliche, wenn er auf derſelben ſenkrecht ſteht, dagegen beide Arten von Brechungen zugleich: in jeder andern Lage des Hauptſchnitts gegen die Reflexionsebene; und die Intenſitäten beider Stralbündel ſind einander gleich, wenn beide Ebenen gegeneinander unter 45° neigen. Wählt man zu dieſem Verſuche den bei 35° 25′ Einfallsrichtung durch das (dicke) Glas gegangenen (alſo gebrochenen) Stralenantheil, ſo erfolgen ähnliche Erſcheinungen: nur unter umgekehrten Bedingungen (gewöhnliche Brechung des Strals beim Eintritt in den Doppelſpath: wenn die Brechungsebene auf dem Hauptſchnitte ſenkrecht, und ungewöhnliche, wenn eine dieſer Ebenen der andern parallel ſteht). Mithin wirkte im vorſtehenden Verſuche jene Glasfläche, welche die Trennung der gebrochenen von den geſpiegelten Stralen veranlaßte, in Abſicht auf Polariſirung für jeden der dadurch getrennten Stralenbündel, wie im erſten Verſuche der erſte Doppelſpathkryſtall gewirkt hatte. Läßt man nun den zweiten Doppelſpath ebenfalls durch eine Glastafel vertreten, indem man ſie in eine ſolche Lage bringt, daß ſie z. B. den

einfallende nur dann, wenn es unter dem geeigneten Winkel (genannt: Winkel der vollkommenen Polariſation) einfällt. Dieſen Winkel bedingt das Brechungsverhältniß der Platten und des Mittels, aus dem das Licht zu denſelben gelangte; er iſt für den reflectirten und den gebrochenen Stral von einerlei Größe und nach Brewſter jenem gleich, unter welchem das Licht einſtralen muß, wenn der reflectirte Theil auf dem gebrochenen ſenkrecht ſtehen ſoll. Bei Abweichungen von dieſem Winkel erfolgen nur unvollkommene Polariſirungen; und reichen dieſelben bis zur ſenkrechten Einſtralung, ſo verbleiben ſie unpolariſirt; gleichviel, ob ſie zuvor geſpiegelt oder durchgelaſſen wurden*).

---

den reflectirten Stral des erſten Glaſes ebenfalls unter einem Winkel von 35° 25′ auffängt, ſo wird derſelbe gänzlich reflectirt, Falls in beiden Gläſern die Einfallsebenen mit einander parallel waren, und eben ſo vollſtändig durchgelaſſen (oder, wenn das zweite Glas auf der Rückſeite undurchſichtig war, gänzlich verſchluckt), wenn ſie aufeinander ſenkrecht ſtanden, hingegen geſondert in geſpiegelte und gebrochene (zurückgeworfene und durchgelaſſene) Stralenbündel, in jeder Zwiſchenlage beider Ebenen. Dieſe Verſuche gelingen übrigens am beſten mit nicht zu grellem Himmelslicht; z. B. mit dem Lichte hoher, weißer Wolken. Die Glasplatte kann in obigem Verſuche auch durch andere Durchſichtige von nicht zu großem Brechungsvermögen (z. B. Waſſer), ja ſelbſt durch undurchſichtige glatte Körper (z. B. Marmor; durch Metalle hingegen nie vollkommen, ſ. oben S. 426 ff.) vertreten werden. — Daß das Licht der Wolken, wie das reflectirte der Luft (des Himmels) bereits als polariſirtes zu uns gelangt, und daß mit Flamme brennende feſte oder tropfbare Materien (aber nicht Gaſe) polariſirtes Licht entwickeln, haben (Arago's) Verſuche auſſer Zweifel geſetzt.

*) Beide polariſirte Lichtbündel befinden ſich im entgegengeſetzten Polariſationszuſtande (oder, wie man ſich auszudrücken pflegt: in der Polariſation unter einem rechten Winkel); denn der gewöhnliche gebrochene Stral wird vom Spiegel reflectirt, der ungewöhnlich gebrochene hingegen durchgelaſſen ꝛc. und zeigen dieſes unter andern auch dadurch, daß ſie ſich nicht interferiren; während nach einerlei Richtung

18) Fällt polariſirtes Weißlicht durch ein dünnes Blättchen einaxigen, Doppeltbrechung beſitzenden Kryſtalls, das parallel mit deſſen Axe geſchnitten iſt, um dann (nach dem Durchgange) mit einer polariſirenden Spiegelfläche (oder ſtatt deſſen: mit einem Doppelſpathe) aufgefangen zu werden, ſo unterliegt es der farbigen Depolariſation; d. h. der anfangs ſchon polariſirte, durch das Blättchen geführte Stral wird vom auffangenden Mittel aufs Neue zur Stralentheilung gebracht, und lag das Blättchen ſo, daß ſeine Axe entweder in die Polariſationsebene fällt, oder ſenkrecht auf dieſelbe ſteht, ſo zeigt es ſich ſowohl im geſpiegelten als im durchgelaſſenen Lichte weiß, in jeder Zwiſchenlage hingegen gefärbt, und zwar in beiden Theilen durch complementäre Farben, die ſtets in der Mitte zwiſchen beiderlei Lagen bei einer Abweichung von 45° in größter Fülle und ſtärkſtem Glanze hervortreten; Arago in Gilbert's Ann. XL. 150. Brewſter ebendaſ. XLV. 21. Wie das Princip der Interferenz zur Theorie der Polariſation des Lichtes zu führen vermag; A. a. O. LXXIV. 365 ff. Ueber Farbenerſcheinungen, welche Eis mittelſt polariſ. Lichtes gewährt; ebendaſ. LXXVI. *). 19) War hiebei das Blätt-

---

polariſirte Stralen der Interferenz unterworfen erſcheinen; Baumgartner a. a. O. 386 ff. — Ueber die Erklärung der Stralentheilungphänomene nach dem Emanationsſyſtem vergl. m. Experimentalphyſ. II. 525; hinſichtlich des Vibrationsſyſt. Baumgartner a. a. O. 384. Fresnel nimmt an, daß im polariſirten Lichte die Schwingungen nicht nach verſchiedenen, ſondern nur nach einer Richtung erfolgen.

*) Wenn ſtatt des einen Kryſtallblättchen Behufs der Depolariſation, deren mehrere übereinander gelegt werden, ſo wirken ſie, bei paralleler Lage ihrer Axen: wie ein Blättchen von der Summe, und wenn ihre Axen ſich ſchneiden: wie ein Blättchen von der Differenz ihrer Dicken. Die zur beſtimmten Farbe gehörige Dicke, ſteht im Zuſammenhange mit der Natur des Kryſtalls und muß daher durch den Verſuch gefunden werden, die Verhältniſſe der Dicke zu den Farben

chen ſenkrecht auf die Axe geſchnitten und der zum Auf- fangen des durch das Blättchen gegangenen Lichtes be- ſtimmte Spiegel zuvor ſo geſtellt worden, daß er das von dem erſten Spiegel ihm zukommende Licht gar nicht zurück- wirft, ſo lange kein Blättchen zwiſchen beiden Spiegeln la- gert, ſo wird zuvor durch Spiegelung polariſirtes Weiß- licht, das ſchief gegen die Brechungsaxe des nun zwiſchen die Spiegel gebrachten Blättchens eintritt, durch daſſelbe hindurchgehen und in dem Fangſpiegel Newton'ſche Far- benkreiſe zeigen, wie ſie entſtehen unter den oben S. 429 erwähnten Bedingungen mittelſt zurückgeworfenen Lichtes, die jedoch unterbrochen erſcheinen durch ein ſchwarzes Kreuz, deſſen einer Arm in die Polariſationsebene fällt, während der andere ſenkrecht auf derſelben ſteht. Dabei nehmen die Farben gegen die Kreuzarme hin ſchnell ab, und das dieſem Bilde entſprechende complementäre (mit weißem Kreuze) des gebrochenen (z. B. durch den unbelegten Fang- ſpiegel hindurchgelaſſenen) Strals zeigt überhaupt nur, we- gen der hier ſtets unvollkommenen Polariſation, ſchwache Gegenfarben. Aehnliche Figuren erhält man, wenn in der- gleichen Verſuchen unvollkommen kryſtalliſirte Maſſen, zumal ſchnell gekühltes Glas (desgleichen gewöhnliches, aber un-

hingegen, fand Biot genau gemäß den Zahlen der New- ton'ſchen Ringe; oben S. 431. Zu dünne und zu dicke Blättchen erſcheinen mithin farblos. Beſaß der Kryſtall, dem das Blättchen entnommen wurde, zwei Brechungsaxen, wie ſolches bei manchen Glimmerarten der Fall iſt, ſo erfolgt Aenderung der Farbe mit dem Winkel, den das Blättchen mit dem polariſirten Strale machte. — Gehörte das Blätt- chen zwar einem einaxigen doppeltbrechenden Kryſtalle an, war aber nicht parallel mit der Axe, ſondern ſenkrecht auf dieſelbe geſchnitten, ſo geht das genau in der Richtung der Axen einfallende Licht gewöhnlich ungeändert durch, das ſchief gegen die Axe eintretende hingegen (und wenn der Win- kel auch nur ſehr klein war) erleidet während des Durchgangs Depolariſation; der hiezu nöthige Winkel iſt daher vergleich- bar mit den Dicken der parallel mit der Axe geſchnittenen Blättchen.

gleich erwärmt, oder einſeitig gepreßt, oben S. 435 Anm., oder während des Lichtdurchlaſſens in Längenſchwingung verſetzt; oder mehrere Glasplatten übereinander gelegt) das Kryſtallblättchen vertreten läßt. 20) Giebt man hiebei an die Stelle des Kryſtallblättchens einen Glaswürfel, deſſen Maſſe eine oder die andere der ſo eben gedachten Unregelmäßigkeiten darbietet, ſo erblickt man in demſelben Seebeck's entoptiſche Figuren, deren Geſtalt und Bildertheilung ſich richtet nach der Stellung des Würfels zur Polariſationsebene. Hatte man ihn in dieſelbe mit den Kanten geſtellt, ſo zeigten die reflectirten Stralen in den Ecken Pfauaugen-farbene Bilder, getheilt durch ein weißes Kreuz mit weit ausgeſchweiften Armen, die durchgelaſſenen hingegen ein ſchwarzes Kreuz mit ähnlichen Eckbildern, deren Farben jedoch den vorigen complementär ſind; war hingegen die Diagonale des Würfels in der Polariſationsebene, ſo ſieht man das reflectirte Licht als unausgeſchweift-helles, das durchgelaſſene als gleicharmiges dunkeles Kreuzbild, deſſen Mitte und Arm-Zwiſchenräume von (complementären) Farbſäumen erfüllt erſcheinen. (Ueber dieſe und viele ähnliche Polariſations- und Depolariſationserſcheinungen, deren beliebige Aenderungen ꝛc. und merkwürdige wiſſenſchaftliche Benutzungen, vergl. m. Experimentalphyſ. II. 508—541. Da Himmel und Wolken ſelber polariſirtes Licht reflectiren (oben S. 437), ſo werden ſie auch gegen entopiſche Bilder erzeugende Täfelchen, Würfel ꝛc. den Polariſirungsſpiegel vertreten können und man wird daher, wenn man durch dergleichen Täfelchen den Himmel beſchauet, in ihnen helle oder dunkle Kreuzbilder wahrnehmen, je nachdem zum Täfelchen reflectirtes oder durchgelaſſenes Polariſationslicht gelangte. Ob das eine oder das andere ſtatt hat, hängt zunächſt ab: vom Stande der Sonne *). Hat die Sonne

*) Die Grenzfärbungen des Kreuzrandes und der im erſten Falle dunkelen, im letzteren hellen Ecken erſcheinen dabei

den höchſten Grad erreicht (am längſten Tage um Mittag), ſo werden wir von dem ganzen Himmelsgewölbe, mit Ausnahme des mittleren der Sonne zunächſt erſcheinenden Theils, reflectirtes Polariſirungslicht erhalten, und nur jener Theil, welcher uns durch gelaſſenes polariſirtes Licht zuſendet, wird die Möglichkeit zur Bildung des dunkeln Kreuzes enthalten.
21) Zum Lichtentwickeln (Leuchten) gelangen irdiſche Stoffgebilde durch: a) Beleuchtung; Phosphorescenz durch ſog. Inſolation (d. h. durch Sonnenbeleuchtung), ſo wie durch Auffangen jedes anderen Lichtes von großer Intenſität; b) Erglühung; vom dunkel Blau-, Roth- und Hellrothglühen bis zum Weißglühen; c) Miſchung; vorzüglich beim Verbinden der Brennbaren mit Zündern, jedoch auch bei manchen Verbindungen der Brennbaren unter ſich, ſo wie bei verſchiedenen Salzbildungen (m. Experimentalphyſ. II. Cap. VII. u. m. Polytechnoch. I. 68—92 und vorzüglich II. 81 ff.), wobei Glühleuchten häufig mitwirkt; d) Elektriſirung, wohin das elektriſche Funkenlicht gehört; m. Experi-

---

ähnlich jenen Randfärbungen, welche man gewahrt an breiten weißen Streifen auf ſchwarzen und am „ſchwarzen" auf „weißem" Grunde, wenn man dieſelben durch ein Prisma beſchauet. Vergl. m. Experimentalphyſik II. 478. Im obigen Falle erſcheinen die dunkelen Ecken zwiſchen dem hellen Kreuze gelb und blau, die „hellen" zwiſchen den Armen des dunkelen Kreuzes „blau" und „gelb." — Bei tieferem Stande der Sonne, entgeht uns häufig das reflectirte Polariſirungslicht, während das durchgelaſſene mittelſt Brechung zu unſerem Auge gelangt, und wir ſehen daher durch jene Täfelchen nur dunkle Kreuze, und häufig ſtatt des Kreuzes von demſelben mehr oder weniger abweichende Figuren. Die hiebei benutzten entoptiſchen Täfelchen dienen aber hiebei nicht blos als Spiegel, wie Ficinus meint (ſonſt könnte jeder andere ähnliche Spiegel, z. B. ein Würfel von gewöhnlichem Glaſe ihre Stelle vertreten; was aber nicht der Fall iſt), ſondern wirklich als entoptiſche Vorrichtungen, und ſie würden nichts der Art zeigen, käme das Himmelslicht nicht als polariſirtes zur Erde. Wie mittelſt Luftblaſen auf Waſſerſpiegeln durch Kerzenflammenlicht ähnliche Kreuzbilder darzuſtellen ſind, lehrt Ficinus in K's Arch. X. 257—259.

mentalphyſ. Kap. V. und VI. u. a. a. O.; e) **Reibung, Stoß und Zuſammendruck** (ſtets mehr oder weniger begleitet von d und b); f) **Lebensverrichtungen** (z. B. Leuchten d. mikroskop. Leuchtthiere des Meeres, der Johanniswürmchen, Laternenträger, mancher Mooſe und kryptogamiſchen Grubengewächſe ꝛc. Den Grundbedingungen nach dürften dieſe Erſcheinungen ähneln theils dem Athmungsproceſſe, theils dem gewöhnlichen, nicht ſelbſtthätig eingeleiteten, ſondern abhängig thätig erzeugten Verbrennungen; z. B. beim Leuchten manches krankhaften Harnes, Schweißes ꝛc. und dann ſich anſchließen dem Leuchten durch:) g) **Verweſen**; z. B. beim faulen Holze ꝛc.; ſ. a. a. O. Eine Berückſichtigung der äuſſerſten Vereinzelungen der Lichtentwickelungsphänomene findet man in m. Vergleichenden Ueberſicht des Syſtemes der Chemie. Halle 1820. 4. Ueber das Leuchten der **Aethermeteore** ſ. B. II. dieſ. Hdbs. Das weiter unten zu beſchreibende Leuchten des Nordlichts ſcheint theils der **Phosphorescenz** durch Inſolation, theils der Elektricität zu entſtammen.

1) Dem **Emanationsſyſtem** gemäß erfolgt die **Reflexion** des Lichtes (an der Spiegelfläche verbunden mit Stralkrümmung des ſchief einfallenden Lichtes; wegen Brechung deſſelben innerhalb der äuſſerſten, durchſichtigen Schicht der Spiegeloberfläche) durch deſſen Elaſticität; die **Brechung**: durch die von entgegengeſetzten Seiten her ungleich wirkende Anziehung der brechenden Medien; die **Farbenzerſtreuung**: durch Auseinanderziehung des verſchiedenfarbigen Lichtes von Seiten des brechenden Mittels, verbunden mit Reflexion jedes einzelnen Farblichtes vom Punkte aus nach der größeren Gegenfläche hin; die **Beugung**: durch ähnliche Anziehung, ausgehend vom Rande des beugenden Körpers und führend, bei gewiſſer Nähe, zur theilweiſen Reflexion innerhalb des an- oder zwiſchenliegenden durchſichtigen Mittels; die **Spiegelungs-Polariſation**: durch Seitenziehung des Lichtes (nicht die Axenendpunkte, ſondern nur die Seiten des Lichtſtrals entwickeln Anziehungskräfte); die **Brechungspolariſirung**, oder **doppelte Stralenbrechung** durch überwiegende Anziehung oder vorherrſchende Abſtoßung der Kryſtallaxe (oben S. 434); die **Interferenz**, die **Farbe der dünnen Blättchen**, die **Farbenringe**: durch „Anwandelung zur leichteren Reflexion oder Transmiſſion;“ d. h. das Licht wird in einem durchſichtigen Körper reflectirt, wenn es in demſelben zur Dicke C,

3 C, 5 C, 7 C, eingedrungen iſt, hingegen durchgelaſſen, wenn die Eindringungsdicke = o, 2 C, 4 C ꝛc. ... iſt (in beiden Fällen zerfällt es in Farblichte). Dieſes iſt aber, wie Baumgartner ſehr richtig bemerkt (Naturl. 3. Aufl. 336—337) keine Erklärung, ſondern nur eine Umſchreibung des Phänomens; die beſtändigen Farben: durch Zerlegung des Lichtes in zwei complementäre Farben, deren eine abſorbirt wird (und wärmend wirkt), während die andere der Rückſtralung unterliegt (was in deu beſtändigen Farben zu ſolcher Weißlichtzerlegung beſtimmt, wird nicht ausgeſagt); die Abſorption: durch Anziehung der Oberfläche der undurchſichtigen, oder des Innern der durchſichtigen Subſtanz, die bis zur Lichtbindung führt; das Selbſtleuchten α) durch Beleuchtung: Licht wird verſchluckt, ohne gebunden zu werden; es unterliegt im einſaugenden Körper nur der Adhäſion und wird, wenn dieſe Beſeitigung erleidet, wieder entlaſſen (was dieſe Beſeitigung erzeugt, wird nicht angegeben); β) durch Erwärmung: Wärme treibt Licht aus (nach Andern: Wärme geht in Licht über); γ) durch Miſchung und durch Lebensverrichtungen: zuvor gebunden geweſenes Licht wird entbunden, ſey es aus den Wägbaren ſelbſt, ſey es aus den elektriſchen Flüſſigkeiten; δ) durch Elektriſiren; wie γ); ε) Reibung, Stoß, Druck: durch Minderung der Capacität für Licht mittelſt Raumverengung; theils auch durch γ und δ; η) durch Verweſen: wie bei γ.

2) Die Erklärungen nach dem Vibrationsſyſteme, ſind bereits oben im §. 243 und 244 gegeben worden. Verſchiedene im Obigen beſchriebene Erſcheinungen laſſen mich vermuthen: daß das unpolariſirte Licht in Drehſchwingen (der Grundtheilchen) beſteht, daß Polariſirung dieſe Schwingungen entweder in Lateral= oder in Longitudinalſchwingungen verwandelt, und daß auch die verſchiedenen Farblichte nicht blos dnrch Unterſchied der Länge, ſondern auch der Artung (des beweglichen Innenbaus) der Wellen ſich von einander unterſcheiden *). Leuchtende Körper ſind ſolche, deren Grund=

---

*) Was zu dieſer Annahme leitet, iſt unter andern auch die prismatiſche Beſtändigkeit ſowohl der möglichſt geſonderten Hauptfarben des Spectrums, als auch anderer Einzelfarben; z. B. des (durch Eſſigſäure=Beimiſchung ſteigerungsfähigen) Blau der Weingeiſtflamme; des Grün des Chlorophyll; des Roth des Strontian ꝛc. Denn obgleich, jeder geſonderte Hauptſtral des prismatiſchen Farbenbildes, eine unmeßbare Zahl von Stralen ungleicher Brechung enthält, ſo ſtimmen ſie doch alle darin überein, daß ſie eine gleichgeartete Farbenempfindung gewähren, die nur der Intenſität und der Leuchtkraft nach nnter ſich etwas von einander abweichend. Auch dürften für ſolche Verſchiedenartung der Wellen ſprechen die ſehr ungleichen, zum Theil weſentlich ver=

theilchen in Schwingung verſetzt worden waren; dämpfende (Licht verſchluckende) jene, in welchen nicht nur regelmäßiger Wellenſchlag allſeitig gebrochen, ſondern auch durch den Widerſtand der Maſſe geſchwächt oder aufgehoben und zugleich von jedem Punkte die Repulſivkraft des dämpfenden (Licht verſchluckenden) Mittels zur Entwickelung und dadurch zur Abänderung der Oscillation in Stralwärme gebracht wird; oben S. 353 ff.

3) Beim ſchiefen Einſtralen des Lichtes in ein durchſichtiges Mittel (vergl. oben S. 416. §. 284), dem nacheinander eine Reihe von dergleichen Mitteln folgen, deren jedes nachfolgende an Brechungsvermögen das vorhergehende übertrifft, und deren je zwei gegen einander parallel begrenzte Oberflächen darbieten, ändert ſich die Richtung des Strales mit jedem nachfolgenden Mittel, und wenn dieſe Mittel als unmeßbar dünn angenommen werden können: mit jedem nächſten Punkte; was dann für die Bahn des Strales in allen nacheinanderfolgenden Mitteln zuſammengenommen eine krummlinige Ablenkung gewährt. Befinden ſich hingegen dergleichen Mittel durcheinander, wie dieſes z. B. in der Luft der Fall iſt, ſo verhält ſich das Brechungsvermögen des alſo phyſiſch vereinten Geſammtmittel wie die Summe dem Brechungsvermögen der einzelnen Mittel.

4) Das Lichtbrechungsvermögen verſchiedener Gaſe verhält ſich Biot und Arago's Unterſuchungen gemäß, wie folgt. Die Eigenbrechung (ſpecifiſches Brechungsvermögen) der Luft bei 0° C. und 28″ par. Bar. = 0,45333 berechnet, finden ſich unter gleichen Bedingungen für die nachbezeichneten Gaſe die beigeſetzten Werthe, Falls jener bekannte der Eigenbrechung der Luft = 1,00000 gewonnen wird:

atmosphäriſche Luft . . .	0,000589171	—	1,00000
Sauerſtoffgas	0,000560204	—	0,86161
Stickgas	0,000590436	—	1,02676
Waſſerſtoffgas	0,000285315	—	7,03870
Ammongas	0,000762349	—	2,16851
Kohlenſäuregas	0,000899573	—	1,00187
Kohlenwaſſerſtoffgas . . .	0,000703669	—	2,15195
Salzſäuregas	0,000879066	—	1,19625

ſchiedenen Verhalten der einzelnen Hauptfarben des Spectrums zu den Körpern in Beziehung auf Magnetiſirung und Elektriſirung durch Licht, auf Erhöhung der Miſchungsthätigkeit und Unterdrückung derſelben; auf Belebung und Tödtung der Infuſorien ꝛc. ꝛc. ſ. m. Experimentalphyſik II. a. a. O.

§. 245.

Photometeore; vergl. I. 33.

1) Erdſchimmer. Sichtbar am Monde, kurz vor und bald nach dem Neumonde, als aſchfarbenes Licht der nicht von der Sonne beleuchteten Mondesſcheibe; I. 277. Urſprünglich der Sonne entſtammend, verdankt der Erdſchimmer ſeine Entſtehung theils der von Seiten der Erdoberfläche eingetretenen Spiegelung des Sonnenlichtes, theils der Mondbeleuchtung durch jenes Licht der Erdrinde und des Erd-Dunſtkreiſes (Atmosphäre; von ἀτμὸς Rauch, Dunſt, und σφαῖρα Kugel), welches darin erzeugt wurde mittelſt Phosphorescenz durch Inſolation; II. 81.

2) Dämmerung. Himmelshelle, zur Zeit: wenn die Sonne Morgens noch, oder Abends ſchon unter dem Horizont weilt; erſteres giebt die Morgen-, letzteres die Abend-Dämmerung (Crepusculum matutinum et vespertinum). Beide ſind Erzeugniſſe der Rückwerfung gebrochener Sonnenſtralen vom Himmel (von der Luft) zur Erde, und der Brechung dieſer Stralen während ſolcher Rückſpiegelung; wobei die bei beiden Brechungen eingetretenen Stralablenkungen einander entgegengeſetzt erſcheinen; I. 283, 303, 471; II. 164 ff. *). — Dämmerungs-

---

*) Beiderlei Richtungs-Ablenkungen des Lichtes ſind die Erfolge der in der Luft ſtatt habenden Brechung des Lichtes eines himmliſchen Gegenſtandes, hier der Sonne; d. i. der aſtronomiſchen Stralenbrechung. Vermöge dieſer Sonnenlichtbrechung erſcheint bei uns der längſte Tag nahe um 8 Minuten 6 Sec., in der Polnähe hingegen um 1 Monat verlängert. Zur Zeit der Nachtgleiche beträgt dagegen bei uns der Unterſchied des ſcheinbaren und des wahren Auf- und Unterganges der Sonne nur 3 Minuten 4 Secunden. — Die aus der aſtronomiſchen Stralenbrechung entſpringende Ortsverrückung der Sonne (mithin der Werth dieſer Brechung ſelbſt), beträgt in Bogentheilen eines größten Vertikalkreiſes ausgedrückt, wenn die Sonne nahe dem Horizonte ſteht, 32 — 33 Minuten; bei einer Höhe von 45° noch nicht voll eine Minute, und in jener von 75° nur

kreis nennt man jenen dem Horizonte parallelen Kreis, der, 18° tief unter dem Horizonte, die Grenze der Dämmerung bezeichnet, wenn die Sonne ihn erreicht. Die Dauer der Dämmerung hängt daher von jener Zeit ab, welche die Sonne verbraucht, um den Sehungsbogen (Arcus visionis), d. i. um die zur gänzlichen Erdunkelung erforderliche Anzahl von Graden, nämlich 18, eines unter den Horizont ſich erſtreckenden Verticalkreiſes zu durchlaufen. Die Sonne wird dieſes Stück ihrer ſcheinbaren Bahn in kürzerer oder längerer Zeit zurücklegen, je nachdem der zwiſchen dem Horizonte und dem Endpunkte des Sehungsbogens fallende Theil ihres Tageskreiſes kleiner oder größer iſt *). Man unterſcheidet übrigens aſtronomiſche und gemeine Dämmerung; erſtere endet, wenn es dunkel genug geworden, um Sterne 6ter Größe ſehen zu können; letztere dagegen, wenn man unter freiem, unbewölktem Himmel bekannte gewöhnliche Schrift nicht mehr zu leſen vermag **). Lamberts Berechnung zufolge tritt dieſes ein, wenn der

---

nicht volle 16 Sec. Am meiſten unſicher iſt ſie vom Horizonte aufwärts bis zur Höhe von 7°. Vergl. I. 285 ff. u. m. Experimentalphyſ. II. 439. Vermöge der aſtron. Stralenbrechung ſehen wir auch gleichzeitig zwei über 180° von einander abſtehende Weltkörper über dem Horizont; z. B. den dunkelen (weißlich trüben) Mond am öſtlichen und die leuchtende Sonne am weſtlichen Horizonte, oder umgekehrt.

*) Hienach fällt die kürzeſte Dämmerung ohngefähr auf 11ten October und 1ſten März, wo die Sonne 18° im Zeichen der Waage (18° ♎) und 12° in dem der Fiſche (12° ♓) erreicht hat, und beträgt dann kaum 2 Stunden; im Sommer dagegen, wo die Sonne ſelbſt um Mitternacht nicht völlig 18° unter den Horizont taucht, haben wir Dämmerung die ganze Nacht hindurch; ſo vom 17ten Mai bis 25. Juli. Unter der Linie dauert die längſte Dämmerung 1 St. 12′.

**) Die geringſte Dauer der gemeinen Dämmerung beträgt, bei wolkenfreiem Himmel, ohngefähr 42 Minuten, die größte gegen 1 St. 2 Min.; indeß richtet ſich dieſes ſtets mehr oder weniger nach der Beſchaffenheit des Auges.

Sehungsbogen 6°,5 beträgt; wo dann der Dämmerungskreis gerade über den Zenith hinzieht.

3) Gegendämmerung. Ein dunkelblaues Segment mit röthlichem Bogen, gegenüber der auf- oder untergehenden Sonne, erzeugt durch Brechung und Zurückwerfung der röthlichen Dämmerungsſtralen, deren Rothlicht für die Nebenfläche in unſerem Auge das Blau als ſubjective Farbe ſich entwickeln läßt; vergl. oben S. 434.

4) Aufgang und Untergang der Sonne; ſ. oben Nro. 2. u. zuvor S. 445, 446 Anm. Die ſie begleitenden Farblichter ſind dieſelben, welche mit noch größerer Beſtimmtheit und Mannigfaltigkeit ſichtbar werden im Morgen- und Abendroth.

5) Tageshelle; I. 302, 303 ff. Ueber Nachtlicht (Sternenlicht) II. 164.

6) Himmelsbläue; oben S. 421 und S. 430 Anm. Jene, welche urſprüngliche Farbenverſchiedenheit des Lichtes, oder ſog. Hauptfarben als Einwirkungserzeugniſſe eigengearteter (in ihrer Verbundenheit Weislicht erzeugender) Stralweſen betrachten, nehmen an: daß die verſchiedenen Farblichter von Seiten der Luft einer ungleichen Anziehbarkeit (ſog. ungleichen Verwandtſchaft) unterliegen, und daher entweder von derſelben mehr zurückgehalten oder leichter durchgelaſſen werden. Schmidt bemerkt in dieſer Hinſicht in ſeiner Naturl. (2te Ausg. II. 756): „das rothe Licht äuſſert eine ſtärker durchdringende Kraft, die blauen Stralen werden ſtärker von der Luft reflectirt. Dieß beweiſet die blaue Farbe des Himmels.“

7) Morgen- und Abendröthe; ſ. oben S. und S. 445. Schmidt fügt in ſeiner Naturlehre (a. a. O.) hinzu: „Wenn die Sonne nahe beim Horizonte ſtehet, ſo verlieret ſich das blaue Licht auf dem weiten Wege, den es alsdann durch die Atmosphäre nehmen muß, früher als die rothe. Daher der röthliche Glanz der auf- und untergehenden Sonne. Durch die Vermiſchung des direct auffal-

lenden Sonnenlichtes mit dem Blau des Himmels, durch die mannigfaltige Zurückſtralung und Brechung (Beugung und Polariſirung; oben S. 437) deſſelben in den Wolken — vielleicht auch mit durch ſubjective Einwirkung des Auges, wie bei der Entſtehung der ſogenannten zufälligen Farben) entſtehet das bunte Farbenſpiel, welches die Morgen- und Abendröthe ſo unbeſchreiblich ſchön macht *).

8) Farbwolken (gefärbte Wolken; Farbe der Wolken). Befinden wir uns in der Nähe der Wolken, ſo erſcheinen ſie uns als ſtark getrübte, wenig helle, öfters bis zur merklichen Dunkelung ſchattende, bläulich graue oder ſchwärzlich graue, ſelten (z. B. beim Höhenrauch) bräunlich ſchwarze Maſſen, ſehen wir ſie hingegen aus beträchtlichen Fernen, ſo gewähren ſie nur dann den Eindruck ſehr dunkler Maſſen, wenn ſie bei beträchtlicher Dicke entweder geradezu die Sonne bedecken (und uns dieſelbe verdunkeln; was, zumal an heißen Tagen, unmittelbar darauf durch theilweiſe Luft- und Erdkühlung Wind erzeugt; oben S. 385) oder doch alſo geſtellt erſcheinen, daß ſie entweder nur ſehr ſchief einfallendes Licht der hochſtehenden Sonne, oder gar nur von anderen Wolken reflectirtes Licht aufzufangen vermögen. Dünne Wolken, die das Sonnenlicht direct aufzufangen vermögen, reflectiren, insbeſondere wenn ſie hinreichend entfernt ſtehen, gewöhnlich Weißlicht — in Zeiten: nicht zu nahe dem Auf- oder Untergange der Sonne; ſehr dicke hingegen unter gleichen Umſtänden Dunkelblau- oder Dunkel-Graublau-Licht. Nebelartiges Gewölke (Schleierwolken) das den ganzen Himmel bedeckt, erſcheint bei hohem Sonnenſtande bei großer Dünne weißlich, von Höhen herab aus der Ferne geſehen bläulich, bei mehr beträchtlicher

*) Sowohl beim Auf- und Untergang der Sonne, als auch während der Morgen- und Abendröthe zeigt die entgegengeſetzte Seite des Himmels, complementäre Farben; ſ. m. Bemerk. in K. Arch. X. 264 ff. u. Experimentalphyſ. II. 463.

licher Dicke hingegen, grau, und von hohen Fernen herab beſchauet blau; und waren ſtatt der Waſſerdunſtbläschen fremdartige Rauchmaſſen und Gaſe Mitbeſtandtheile derſelben, nach Maaßgabe der Dünne oder Dicke, des dem Auge fernen oder nahen Abſtandes, entweder hellroth, hell bräunlichroth (wie bei hochgehendem dünnen Hehrrauche) und hellbleigrau (vor Erdbeben), oder dunkelroth, blutroth (bei dickem Hehrrauch; dem Rauch großer Waldbrände; I. 484) dunklichgrau und dunklichröthlichgrau (vor heftigen Ausbrüchen der Vulkane; I. 60). In allen dieſen Fällen ſehen wir die Sonne und die ſehr hoch ſtehenden Weißwolken, ſo wie den blauen Himmel durch Wolkenſchleiertheilchen, deren Dunkel mehr oder weniger an Schwarz grenzt, und es erſcheint uns z. B. beim Hehrrauch die Lufttrübe roth, weil die ſchwarzen Rauchtheilchen wirkten wie ein geſchwärztes Glas, durch das wir die Sonne beſchauen; vergl. oben S. 420. Bei niederem Sonnenſtande hingegen, ſo wie zur Zeit der Morgen- und Abendröthe, gewähren uns die Wolken, zumal wenn ſie in heiterer Himmelsluft ſchwimmen, die mannigfaltigſten und nicht ſelten prachtvollſten Glanzfarben, meiſtentheils indem ſie wirken: wie ſpiegelnde Flächen. Hieher gehören: 1) goldfarbene Haufenwolken; ſie zeigen ſich äuſſerſt ſelten, und zwar nur, wenn bei ſehr heiterem Himmel, die Sonne mit dem brennendſten Gelb auf oder untergeht, während von Oſten oder Weſten große Wolken herbei ziehen und ſich über den größeren Theil des Himmels verbreiten; ich kenne kein Farbſpiel der Luft, was ſich ſolchem Wolkenglanze an Pracht vergleichen ließe; 2) roſenfarbene Schleierwolken (roſenfarbener Himmel). Minder ſelten wie die vorigen, ſieht man ſie an heiteren Sommerabenden hauptſächlich in trocknen Jahreszeiten; uns am häufigſten nach ſchönen September- und Octobertagen. Es iſt das reine, weder durch Luftſchwankung zur Kupferfarbe, noch durch niedere Wolken zur Untermengung von Violett und Blau, getriebene helle Abendroth, was die hohe,

dünne, weit verbreitete Schleierwolke ſpiegelt; 3) Gegenfarbwolken (Wolken mit Ergänzungsfarben). Wenn der Horizont ringsum wolkig iſt, ſo bieten, zur Zeit des Auf- oder Untergang der Sonne, die weſtlichen Wolken dar: die Ergänzungsfarben der öſtlichen, und umgekehrt; daher wenn z. B. erſtere von der untergehenden Sonne rein roth beleuchtet erſcheinen (ein ſeltener Fall), ſo zeigen ſich die öſtlichen grün; glänzen erſtere in Feuerfarb, ſo bieten letztere tiefes, reines Blau, im hohen Grade der Farbenſättigung dar, und erfreuet man ſich am erſteren eines ſchönen Violett, Lilas, Purpur und dergleichen, ſo entſenden letztere, jedoch weit ſchwächer, Gelb-, Gelblichgrau-, Orange ꝛc. Licht. Höchſt ſelten ſieht man dabei nur eine Art von Farbe, und nie zeigt ſich in verſchiedenen Abſtänden (z. B. ſenkrecht und ſchief gegenüber der untertauchenden Sonne) bei einem und demſelben Gewölk der gleiche Farbenton; lediglich, weil nie eine, ſondern ſtets mehrere Wolken neben, über und hintereinander lagere, und weil auſſer dem urſprünglichen Beugungs-Farblicht (oben S. 426) der unmittelbar vom Sonnenlichte getroffenen Wolken, auch die Gegenwolken Veranlaſſung genug darbieten: zur Erzeugung von Beugungs-Farbſtralen; abgeſehen davon, daß auch hier, wie bei allen Farbwolkenerſcheinungen, die ſubjectiven Farben mit eine Hauptrolle ſpielen. 4) Grüne Wolken (grüner Himmel). Wenn dieſe Wolkenfarbe nicht das zuvor erwähnte Erzeugniß des Farbengegenſatzes iſt (der ſeltenere Fall), ſo zeigt ſie ſich gemeinhin als hervorgebracht durch Ueberſtralung und Farbenvermiſchung. Lagern z. B. bei niederem Sonnenſtande zwei ungleich ferne Wolkenſchichten übereinander, von denen die eine das (mit mehr oder weniger Grau gemiſchte) Gelb der ihrem Untergange nahen Sonne, die andere tiefes Blaulicht reflectirt, ſo erſcheint der zwiſchen beiden Schichten ſichtbare, trübe Himmel nicht bläulichweiß, oder weißlichblau, ſondern grün. Erſcheinen hiebei in beträchtlicheren Höhen, ſchief entgegen den verſchie-

denfarbigen Wolken, weiße Wolken, ſo zeigen ſich dieſe dann, wie vom grünlichen Schimmer bedeckt.

9) Regenbogen (Iris). Wen freuete nicht dieſer Farbenbogen! Der Sonne den Rücken zugewandt erblicken wir ihn nur in jenen vor uns befindlichen Regenwolken (Tropfenwänden), welche von der Sonne aus direct beleuchtet werden (mithin nie in Süden, weil die Sonne nie in Norden erſcheinen kann); eine gerade Linie von der Sonne durch das Auge gezogen, berührt mit ihrem entgegengeſetzten Endpunkte den Mittelpunkt des Bogens, der nur ſichtbar iſt, wenn die Sonne die Geſichtsbogenhöhe von 42° über dem Horizonte nicht erreicht hat, der — ſehr ſelten — ſtatt der prismatiſchen Farben (beim einfachen Bogen: Violett nach Innen, Roth nach Auſſen) nur weißlichen Schimmer darbietet, wenn ſtatt der Regenwand eine dicke Wandwolke (vertical geſtellte Dunſtbläschenmaſſe, deren Bläschen in Tröpflein überzugehen im Begriffe ſtehen) das Sonnenlicht auffängt, und der, wenn er ſehr lebhaft farbglänzt, gewöhnlich noch von einem zweiten größeren, äuſſeren, mattfarbigen Bogen begleitet erſcheint, deſſen Farben in verkehrter Ordnung (Roth nach Innen, Violett nach Auſſen) hervortreten, und deſſen ſcheinbare Halbmeſſer (der innere und äuſſere) 50° 59′ — 54° 9′ betragen, während die des lebhaften nur 40° 16′ — 42° 2′ haben *). Auch erblickt man nicht ſelten auſſer dieſen Hauptbögen (meiſt nur zweifarbige) ſecundäre Bögen, deren Farben zu einander im Ergänzungsverhältniſſe ſtehen (z. B. roth und grün) und die gleich den

*) Um ſo viel Grade fernt der Scheitel des Farbbogens über dem Horizont, wenn ſein Mittelpunkt bei auf- oder untergehender Sonne in den Horizont fällt. — Manchmal erblickt man auch einen dritten Nebenregenbogen, der als abgeſpiegeltes Bild die Farben wieder in der Ordnung des Hauptbogens darbietet. Die Breite dieſes erſten Hauptbogens iſt mithin 42° 2′ — 40° 16′ + 30′ (d. i. + des ſcheinbaren Sonnendurchmeſſers) = 2° 16′.

Farben der Hauptbögen einem vollſtändig polariſirten Lichte ihren Urſprung verdanken*). Seltner zeigen ſich auſſer den gewöhnlichen Regenbögen mit dem Horizonte zugewendeten Bogenenden, umgekehrte Bögen, deren Krümmung nicht nach oben, ſondern nach unten gerichtet erſcheint; ſie entſtehen wahrſcheinlich durch Spiegelung der Sonne in Waſſer und Reflexion dieſer Sonnenſtralen von der Waſſerfläche zur Regenwand. Einzelne Theile eines Regenbogens heißen Wetter- oder Regen-Gallen, und wenn nicht das Licht der Sonne, ſondern jenes des Mondes das Farbenbild erzeugt, ſo nennt man den Farbbogen einen Mondregenbogen. Zu den Seltenheiten gehören die Erſcheinungen zweier nicht concentriſch ſtehender, ſondern unter gewiſſen Winkeln ſich ſchneidender Hauptbögen neben oder übereinander, in hinter einander entfernten, ungleich hohen Regenwolken. Da ſich übrigens in jedem folgenden Augenblicke der Stand der Sonne (oder des Mondes) ändert, und da wir nur dorthin ein Bild ſetzen können, von wo aus Lichtſtralen gerad-

---

*) Den 12ten Juni d. J. (1830) ſahen wir hier in Erlangen, der ihrem Untergange ſich nähernden Sonne gegenüber in Oſten einen doppelten Regenbogen, deſſen oberer Bogen genau ähnelte jenem, welchen Brewſter den 5ten Juli 1828 beobachtete. An der Auſſenſeite des oberen Bogens erſchien nämlich ein ſehr deutlicher rother Bogen, der wiederum von einem ſchwachen grünen eingefaßt wurde, ähnlich jenem ſecundären Bogen, wie man ihn häufig an der Innenſeite des Hauptbogens wahrnimmt. — Brewſter überzeugt ſich bei ſeiner Beobachtung aufs Neue: daß das Licht der beiden Hauptbögen vollſtändig polariſirt ſey, nach Ebenen, die durch deren gemeinſchaftlichen Mittelpunkt gehen. Arago fügt dieſer Bemerkung bei: Wenn man die von Descartes gegebene Erklärung über die Bildung dieſer beiden Bögen annimmt, muß ihr Licht in der That nothwendigerweiſe polariſirt ſeyn; denn das Licht wird in den Regentropfen unter Winkeln reflectirt, die von denen, unter welchen Waſſer daſſelbe vollſtändig polariſirt, wenig abweichen. Auch das Licht der ſecundären Bögen ſcheint vollſtändig polariſirt zu ſeyn; Poggendorff's Ann. XV. 537—538.

linig in unſere eigenen Augen fallen, ſo folgt, daß jeder Beobachter ſeinen eigenen Regenbogen, und zwar in jedem nächſtfolgenden Zeittheilchen einen anderen als den vorhergehenden ſieht.

Der ganze Regenbogen iſt zu betrachten als ein Theil des Umfanges der Baſis eines Kegels, deſſen Spitze in den Mittelpunkt der Pupille des beobachtenden Auges reicht, das daher, wie zuvor bemerkt, ſeinen eigenen Regenbogen ſieht und zu deſſen Entſtehen nur jene Farbſtralen beizutragen vermögen, welche nahe bei einander in den Tropfen parallel einfallend dort ſo gebrochen werden, daß ſie, in Folge der an der innern Hinterfläche des Tropfens durch Polariſirung in hindurch gehende und zurückgeworfene Stralen getheilt, von dieſer Fläche reflectirt wieder parallel zurückgehen, und dieſes Parallelismus wegen noch hinreichende Intenſität beſitzen, um auf das Auge hinlänglich wirken zu können*). Zur Erläuterung dienen (Taf. I.) Fig. 15 und 16.

---

*) Werden die bei der Polariſation hindurch gelaſſenen Stralen von einer zweiten hinteren Regenwolke aufgefangen, ſo unterliegen ſie in ihr einer ähnlichen Veränderung, wie in den Tropfen der erſten, vorderen Wolke. Unter dieſer Bedingung wird es möglich, daß zwei Regenbogen hintereinander entſtehen, von denen der hintere, ſchwächere den vorderen ſchneidet. Erliegt hingegen der reflectirte Stralentheil einer nochmaligen Reflexion, ſo erhalten wir den (und bei Wiederholung deſſelben Proceſſes: die) Nebenregenbogen, als Erzeugniſſe doppelter Reflexion und daher mit verkehrter Farbenordnung und verminderter Farbenſättigung. Fehlen an einzelnen Stellen der Regenwolken Regenſtralen, und werden hier die fehlenden Tropfen vertreten durch Nebelbläschen, oder tritt in den Vorgrund der Regenwolke eine ſie zum Theil bedeckende Dunſtwolke, ſo ſehen wir nur oben gedachte Regen- (oder Wetter-) Gallen. Je dunkler die Regenwolke und je klarer die Luft vor dieſer Wolke iſt, um ſo lebhafter erglänzen die Farben des Bogens, und um ſo größer iſt ihre Farbenſättigung. Veranſchaulichen läßt ſich die Entſtehung des Regenbogens mittelſt einer beweglichen, waſſervollen Glaskugel, die man ſo lange erhöhet oder erniedrigt, bis man in ihr die eine oder andere Regenbogenfarbe erblickt. Der ro-

Es werde in Fig. 15 der Waſſertropfen t, deſſen Mittelpunkt in c liegt, unter unzähligen Sonnenſtralen auch von dem Strale ab getroffen, ſo wird dieſer Stral dem Einfällslothe bc zu und daher nach bd gebrochen; hier erliegt er der Stralentheilung, vermöge welcher ein Theil ſeiner ſelbſt bei d zum Tropfen heraustritt, und ſofort für denſelben verloren geht, ein anderer Theil hingegen von d aus

---

the Stral die geringſte, der violette die ſtärkſte Brechung erleidend, wird auch hier der Winkel, den erſterer nach ſeiner Reflexion mit dem unzerſtreuten Sonnenſtrale macht 42° 2′ und jener des letzteren 40° 16′ betragen. Der rothe Stral wird daher weniger aus der Richtung ſeines Einfallens gebrochen, als der violette, und während der erſtere aus einer höheren Glaskugel (oder aus einem höheren Tropfen) zum Auge gelangt, wird der letztere, aus demſelben Tropfen kommend, über dem Auge hinweggehn, dagegen aber aus einer niederen Glaskugel (oder aus einem niederen Tropfen) rückſtralend noch zum Auge gelangen, während der rothe Stral deſſelben Tropfens darunter weggeht. Die Glaskugeln müſſen bei dieſem Verſuche ſo gehalten werden, daß die directen Sonnenſtralen ſchief einfallen; ſie werden dann, wie im Regentropfen (aus dem dünneren und dichteren Mittel übergehend; oben S. 416) mittelſt Brechung dem Einfallslothe (oder der den Mittelpunkt der Tropfen in ſenkrechter Richtung ſchneidenden graden Linie) zugelenkt, und gehen darauf theils durch den Tropfen hindurch, theils werden ſie von deſſen hinteren Fläche reflectirt; letztere erleiden dann beim Austritt aus dem Tropfen wieder eine vom Einfallsloth ablenkende Brechung und Farbenzerſtreuung. Hieraus folgt: daß man von dem entſtehenden Regenbogen nichts ſehen wird, wenn die Sonnenhöhe = 42° 2′ oder darüber iſt, daß er hingegen Sichtbarkeit gewinnt, wenn dieſe Höhe weniger denn 42° 2′ beträgt. Befände ſich daher der Beobachter in ſolcher Höhe, daß es ihm möglich wäre, auch 42° 2′ unter ſeiner Horizontallinie bis zur Gegenſeite der dunkelen Wolke zu ſehen, ſo würde der Horizont keinen Theil des Kreisbogens abſchneiden, und es müßte jenem dann der Regenbogen als ein Kreisbogen erſcheinen, von 42° 2′ ſcheinbarem Halbmeſſer; man wird daher einen um ſo größeren Theil des Regenbogens überſchauen können, je mehr man ſich über das flache Land der Erdbodenfläche erhoben hat. In den Regentropfen der Waſſerfälle, die dem Auge hinreichend nahe ſind, ſieht man aus dem erwähnten Grunde zum Oefteren ganze Farbenkreiſe.

reflectirt wird. Das Einfallsloth iſt hier cd, der Weg des reflectirten Strals daher de, d. i. ein Weg, wodurch bdc = cde wird. Bei e tritt dieſer reflectirte Stralentheil zum Tropfen heraus, wobei er aus dem dichteren ins dünnere Mittel (in die Luft) gelangend vom Einfallslothe c abgelenkt und zugleich in Farbſtralen zerfällt wird, von denen der rothe Stral, als der mindeſt brechbare, den unterſten Weg er, der violette (als der am meiſten brechbare) hingegen in der oberſten Richtung ev fortgeht. Es ſey ferner in Fig. 16 im inneren Ringe ein dergleichen oberer Tropfen t, unter demſelben der ihm gleichende Tropfen t′; ſo wird für beide Tropfen daſſelbe erfolgen, was in dem einen in Fig. 15 ſtatt hatte. Der auffallende Stral ſey nämlich bezeichnet durch a′b′, der gebrochene durch b′d′, der reflectirte durch d′e′; ſo wird derſelbe in e′ in Farbſtralen zerſtreuet, von denen die äuſſerſten der rothe Stral e′r′ und der violette e′v′ ſind. Gleiches erfolge in dem oberen Tropfen deſſelben Ringes, der auffallende Stral ab parallel dem Stral a′b′ des unteren Tropfens, bd der gebrochene, und de der zurückgeworfene Stral iſt, der in e durch Brechung und Farbenzerſtreuung in Farbſtralen zerfället dergeſtalt fortgeht, daß er den rothen und ev den violetten Stralthei l bezeichnet. Befindet ſich nun in o, als in dem Punkte des Zuſammentritts das Auge des Beobachters, ſo wird es aus dieſem oberen Tropfen rothes, aus dem unteren dagegen violettes Licht, aus denen zwiſchen t und t′ befindlichen Tropfen aber die übrigen Farbſtralen des Spectrums (die zwiſchen Roth und Violett fallenden) und mithin ein prismatiſches Bild ee′ erhalten. Angenommen ferner: es ſey su derſelben Figur eine Linie vom Mittelpunkt der Sonne, durch o parallel mit ab gezogen, und es drehe ſich der Winkel eou und eou um su, ſo wird jede Stelle des von dem Bilde ee′ beſchriebenen Kreisumfanges die prismatiſchen Farben zeigen, vorausgeſetzt, daß ſich in allen dieſen Stellen Tropfen befinden; denn dieſe ſämmtlichen

Tropfen behaupten in Beziehung auf das Auge und die Sonne die gleiche Lage, wie t und t′. Wo Tropfen fehlen, zeigt ſich der Farbbogen unterbrochen.

Zur Erläuterung der Nebenregenbogen dienen die Tropfen t und t′ des äuſſeren Ringes derſelben Figur; wo für t der einfallende Stral durch $\alpha\beta$, derſelbe als beim Eintritt gebrochener durch $\beta\gamma$, und als in t zweimal zurückgeworfen durch $\gamma\delta$ und $\delta\varepsilon$, ſein Austrittspunkt mit ε bezeichnet iſt; εp iſt dann der rothe, εo der violette Stral. Gleiche Verhältniſſe treten ein in dem unteren Tropfen t′, wo ſtatt $\alpha'\beta'$ den einfallenden, $\beta'\gamma'$ den gebrochenen, $\gamma'\delta'$ und $\delta'\varepsilon'$ den doppelt reflectirten Stral, ε' den Austrittspunkt und p′ und o′ die Richtung des rothen und violetten Strals beſtimmen. Die Linie oh trifft in h den beide Kreisbogen abſchneidenden Horizont.

10) Höfe um Sonne, Mond und Sterne (Halones). Wenn bei waſſergasreicher Luft den Himmel eine Schleierwolke überdeckt, (oder derſelbe auch in beträchtlichen Höhen von einzelnen fedrigen Haufenwolken getrübt iſt), dünn genug, um das etwas getrübte Blau deſſelben abſeits des Horizonts von anderen niederen Wolken nicht verdunkelt zu ſehen, gewahrt man, jedoch nicht häufig, entweder farbloſe, theils weiße, theils graulich weiße, oder farbige Ringe oder auch beide Arten zugleich um die Sonne, oder um den Mond, auch wohl um große Sterne (wie ich dergleichen zum Oefteren ſah um den Jupiter) die ſich von dem übrigen Firmament durch die größere Intenſität ihres Lichtes auszeichnen; man nennt ſie Höfe oder Halos (Halones). Sie werden um ſo kleiner, je höher man ſich in der Luft aufwärts begiebt, und bieten den größten Durchmeſſer dar, wenn man ſie vom Meeresſpiegel aus beſchauet. Ihre ſcheinbare Größe iſt daher nach der Tiefe des Beſchauungsortes verſchieden. Sie ſetzen voraus: bis zu beträchtlichen Höhen verbreitete Dunſtbläschen, die in dieſen Höhen, vermöge dortiger Kälte größtentheils vereiſet und

mitunter zu kleinen Eisprismen verbunden ſeyn dürften; und ſie entſtehen an denſelben wahrſcheinlich mittelſt Beugung des zum Theil (beim Durchſtralen der höchſten, eiſigen Bläschenhüllen) polariſirten Lichtes; ſ. oben S. 424, ſetzen daher ſtets viel atmosphäriſches Waſſer voraus, und deuten daher gewöhnlich auf bevorſtehende wäßrige (Regen- oder Schnee-) Niederſchläge*). Gewöhnlich unterſcheidet man Ringe der gröſ-

*) Huygens glaubte die Höfe aus der Brechung des Lichtes in gefrornen, Mayer aus der in den ungefrornen Dunſtbläschen erklären zu können (Phyſ. Aſtron. ꝛc. §. 255. S. 302); Fraunhofer, dieſe Erklärungen für alle Theile der Erſcheinung unzulänglich findend, leitete nur die größeren Höfe aus der Brechung des Lichtes in 6ſeitigen oder 3ſeitigen Prismen, die kleineren hingegen von der am Rande der hohlen Dunſtkügelchen eintretenden Beugung ab, und brachte letztere künſtlich hervor zwiſchen ſehr kleinen, vor das Objectivglas eines achromatiſchen Fernrohrs (oben S. 428 Anm.) befindlichen Glaskügelchen, indem er durch eine runde Oeffnung einen ſtarken Lichtſtral darauf hinleitete. Je kleiner die Kügelchen waren, um ſo größer erſchienen die Ringe. — Bei einerlei Durchmeſſer geben die Dunſtkügelchen nothwendig gleichgeartete Ringe, deren Farben aufeinander treffend einander verſtärken; bei verſchiedenem Durchmeſſer müſſen hingegen Ringe entſtehen: von verſchiedener Größe, deren ungleiche Farben, ſofern ſie hintereinander fallen, einander zu Graulichweiß oder zu Weiß ausgleichen werden, ſo daß der Licht ſpendende Körper, z. B. die Sonne, nur von einem farblos leuchtenden Ringe umgeben erſcheint. Sind die Dunſtbläschen ſehr groß, ſo erſcheinen mithin die Farbenringe ſehr klein, ſo daß ſie als Umgränzungen großer hellleuchtender Geſtirne (z. B. der Sonne und des Mondes) nicht mehr zu ſehen ſind, wohl aber kann man ſie in dieſem Falle um hell leuchtende Sterne wahrnehmen. Sieht man zur Sonne oder zum Vollmonde hinauf durch ein ſtark beſchlagenes Fenſter, ſo werden jene von Höfen umgeben erſcheinen, und beſchauet man in Dunſt erfüllten Zimmern die Flamme einer Kerze, ſo wird ſie ebenfalls einen Hof zur Umgebung haben; Mayer a. a. O. Wurde den die größeren Höfe bildenden Eisprismen eine pyramidale Zuſpitzung, ſo laſſen ſich auch aus der in ihnen ſtatt habenden Lichtbrechung die zweiten größeren Höfe, und Falls man Reflexion des in dergleichen Prismen einfallenden Lichtes innerhalb deſſelben geſtatten, auch für die dritten (wie ſie Hevel geſehen) größeren Höfe die Entſtehungs-

ſeren und Ringe der kleineren Art; letztere bilden ſich hauptſächlich, wenn Cirrocumulus-Wolken (oben S. 456) am Himmel hervortreten (und ſcheinen hinſichtlich ihrer eigenen Größe von der Größe der Dunſthüllen dieſer Wolken abhängig zu ſeyn, ſo daß ſie im Verhältniß derſelben größer oder kleiner erſcheinen; erſtere ſetzen eine mehr gleichförmige Schleierwolkenbedeckung des Himmels voraus, und gewähren ein Ringbild, deſſen Inneres mit dem leuchtenden Körper nicht zuſammenhängt, während bei letzteren dieſer Zuſammenhang, (bei den farbigen: in Verbindung mit der Röthung nach Auſſen) zum Kennzeichen wird *). Erſcheinen die größeren farbig, ſo zeigt ſich meiſt der innere Ringſaum geröthet, und nicht ſelten iſt ein ſolcher Ring der größeren Art von einem noch größeren, in doppelt ſo großer Entfernung vom leuchtenden Körper (alſo um 45°, wenn der Abſtand des erſten Ringes 22°,5 betrug) her-

---

bedingungen als genügend nachweiſen; Herm. v. Meyer ſah vom April 1826 bis zum April 1827 (alſo in einem Jahr) 47 große und 6 kleine Ringe um die Sonne, um den Mond 12 große und 15 kleine und auſſerdem noch 13 horizontale und 7 verticale Nebenſonnen; K. XIII. 237 u. ff.

*) „Der Raum zwiſchen dem Geſtirne und dem Ringſaume (area) erſcheint merklich trüber, als der übrige Theil des Himmels, auch iſt der innere Kreis des Ringes ſchärfer begränzt und deutlicher, als der äuſſere;“ Mayer a. a. O. 303. Wie mit Waſſer erfüllte Glaskugeln, deren Innern man dadurch eine Hölung ertheilte, daß man eine Thermometerkugel bis zur Mitte hineintauchte und in dieſer Lage feſtigte, zur Veranſchaulichung der Entſtehung der Höfe zu benutzen ſind, zeigt Mayer (a. a. O. 306 und im XVI. Bande der Comment. der Soc. der Wiſſenſch. zu Göttingen) Farbe und Leuchtung der Ringe lediglich von Brechung und Farbenzerſtreuung des Lichtes ableitend. — Wie einzelne Waſſerſtoffgasblaſen (kraft des großen Lichtbrechungsvermögens des Hydrogen), Falls ſie beträchtliche Höhen zu erreichen vermögen, runde, farbbegränzte Lichtſcheiben erzeugen können; oben S. 419—420. H. Brandes zeigt in Gilbert's Ann. XI. 414 daß die gewöhnlichen, nicht gefrornen Dunſtbläschen durch Brechung die Höfe zu erzeugen vermögen.

vortretenden Ringe umgeben *). A. v. Humboldt ſah einen Halo um die Venus; Muſchenbröck um große Fixſterne.

---

*) K. E. A. von Hoff (K. XVII. 473 ff.) leitet aus ſeinen Beobachtungen der Sonnenhöfe, darunter das hieher gehörige prachtvolle Phänomen vom Jahr 1824 (K. II. 209, vergl. mit XVI. 57) folgende Ergebniſſe ab:

1) Es bilden ſich Lichtkreiſe (Höfe), deren Halbmeſſer 22° 30′ oder dieſes Maaß 2 und 3mal genommen ſind, um beſtimmte Mittelpunkte; nämlich a) um die Sonne; b) den Zenith und c) einige andere, von a, oder von b um 22° 30′, oder um ein Multiplum dieſes Maaßes entfernte Punkte.

2) Der Kreis b, von 22° 30′ Halbmeſſer erſcheint nur, wenn die Sonne 22° 30′ über dem Horizont ſteht und er daher einen um dieſe als Mittelpunkt gehenden Kreis von 45° Halbmeſſer berühren kann.

3) Kreiſe a zeigen die Regenbogenfarben ſo, daß die rothe Farbe am inneren, die „blaue“ am „äuſſeren“ Ringſaume hervorſtralt; Kreiſe b hingegen bieten die Farben in umgekehrter Ordnung dar; Roth auſſen; Blau innen.

4) Zuweilen zeigte ſich a hinſichtlich der Folge der Farbſäume, wie ſie 3) beſtimmt; die Sonne zwar innerhalb des Umfanges, aber nicht in der Mitte habend (ſie bilden alſo c-Kreiſe).

5) An einigen, nicht an allen Durchſchnittspunkten zweier oder mehrerer Kreiſe zeigen ſich Lichtverſtärkungen (Nebenſonnen): regenbogenfarbig, wenn ſie Farbſäumen, farblos, wenn ſie weißen Ringen angehörten.

6) Auch bieten manchmal einfache Kreiſe an einzelnen Stellen dergleichen Lichtverſtärkungen dar, ohne daß man zweite, oder dritte, den erſten ſchneidende Kreiſe wahrzunehmen vermag. Dieſe Punkte liegen dann aber immer in der Entfernung eines Multiplums von 22° 30′ entweder von der wahren Sonne, oder von einer der ſichtbaren Nebenſonnen.

7) Nicht immer erſcheinen die Kreiſe geſchloſſen; das hieher gehörige Phänomen vom 12. Mai 1824 (ähnelnd jenem, welches Hevel am 20. Februar 1661 zu Danzig beobachtete)

11) Lichtkronen (Coronae). Wenn ein großer farbloſer Zenithal-Ring dem Horizonte parallel mitten durch die Sonnenſcheibe geht, indeſſen ein zweiter kleiner, am Saume farbiger Ring die Sonne zum Mittelpunkte hat, und während der einen dritten (dem erſten an Größe nachſtehenden, den zweiten daran übertreffenden) nur dem kleineren Theile nach ſichtbaren Kreiſe angehörige Bogen mit ſeinem mittleren Theile den Rand des zweiten Ringes berührt (und ſich gleichſam in demſelben verliert,) zugleich aber auch mit ſeinen beiden Enden den erſten Kreis an zwei entgegengeſetzten Stellen ſchneidet, ſo erſcheint die Sonne durch zwei zur Seite ſtehende Nebenſonnen und beide Bogenenden, ſo wie durch den erwähnten kleinen Farbenkreis faſt wie gekrönt. Ein dergleichen auffallend ſchönes Meteor ſah man den 9. April 1666 Vormittags 9½ Uhr zu Paris. Trüben Wolken den größeren Theil des zu dem erſten Kreiſe gehörigen Bogens, ſo wird obige Benennung des Phänomens noch mehr gerechtfertigt.

12) Nebenſonnen (Anthelii, Parhelii) und Nebenmonde Paraselenae). Sie ſind meiſtentheils das Erzeugniß der Kreuzung zweier oder mehrerer Höfe. Von vorzüglicher Schönheit beobachtete man ſie den 29. März 1629 zu Rom, wo vier lebhaft glänzende Nebenſonnen einem großen farbloſen Ringe angehörten, der, ſichtbar, nur von

---

enthielt unter andern einen Lichtbogen, der von einem nur zum Theil den Horizont überragenden Lichtkreiſe geſchnitten wurde; das dadurch ausgeſchnittene Stück des von dieſem Kreiſe durchſchnittenen Bogens erſchien in ſehr mattem Lichte, und war zuweilen während der Dauer der Erſcheinung faſt ganz verſchwunden. Ein ähnliches 1824 beobachtetes Phänomen bot auch einen nicht völlig geſchloſſenen b-Kreis dar, deſſen Halbmeſſer 22° 30′ betrug. (Unterbrechungen der Art müſſen eintreten, wo zwiſchen den Dunſtſchichten oder Eisprismen Dunſt- oder Eis-leere Zwiſchenräume vorkommen.) Einen ſchönen farbigen Hof um die Sonne ſah man hier und in Bamberg Mittags 12 Uhr d. 31. Mai d. J. (1830).

einem minder großen Kreiſe durchſchnitten wurde, während ein zweiter dieſen letzteren concentriſchen Kreis, den erſteren zwar auch berührte, aber ohne an dieſen Stellen Nebenſonnen zu erzeugen. Man nannte dieſe von Gaſſendi und Descartes beſchriebenen Nebenſonnen damals das Römiſche Phänomen *). Huygens leitete (große Lichtkreiſe und) Nebenſonnen, ſo wie die ſelteneren Nebenmonde von an beiden Enden abgerundeten Eiscylindern (Eiszapfen) ab, die gleich denen von ihm für die kleineren Halonen

---

*) P. Michel, ein gelehrter Jeſuit, beobachtete am 30. Jan. 1669 Nachmittags 1 Uhr zwei der Sonne, nach entgegengeſetzten Seiten beigegebene Nebenſonnen von ungleicher Größe. Beide waren ſo glänzend, daß das ungeſchützte Auge den Glanz nicht zu ertragen vermochte. Beide erſchienen an der der Sonne zugewendeten Seite blasgelb, an der abgewendeten etwas dunkel. Zugleich ſah man mehrere farbige Bogen und einen größten weißen Kreis, der bei faſt ganz heiterem, beinahe wolkenloſen Himmel, durch beide Nebenſonnen und die wahre Sonne gieng. Die kleinere der Nebenſonnen verſchwand zuerſt. Die größere nahm nun noch an Umfang zu, ſtand gegen 2 Stunden lang, und ſchoß ſehr lange Stralen von ſich. Phil. Transact. IV. N. 47. p. 953. Hevel ſah auſſer den oben S. 459 Anm. erwähnten auch den 11. October 1670 um 7 Uhr 40′ zu Danzig 3 ſehr lebhafte und den 5ten Februar 1674 bei Marienburg in Preußen, bei ziemlich heiterem Himmel eine Nebenſonne, zur Zeit als die wahre Sonne ihrem Untergange nahe war. Unter der letzteren, die 40′ bis 50′ weit gegen das Zenith rothe Stralen warf, ſchwebte eine kleine dünne Wolke, bei der die röthliche Nebenſonne, faſt von einerlei Größe und in einerlei Verticalkreis mit der Sonne erſchien. So wie letztere mehr und mehr dem Horizonte ſich näherte, gewann die erſtere an Helle und Farbloſigkeit, bis endlich beide zuſammentrafen, wo dann die Nebenſonne verſchwand und das Bild der wahren Sonne allein übrig blieb. — Bald darauf erfolgte ſtrenger Froſt, ſo daß der ganze Meerbuſen von Danzig an bis nach Hela an der Oſtſee ausfror. Dieſer Froſt hielt bis zum 25. März an, und die See war ſo ſtark gefroren, daß man ſie viele Meilen weit mit Schlitten befuhr. A. a. O. V. Nr. 66. p. 2026. — 3 Nebenſonnen ohne Spur ſichtbarer Höfe, erinnere ich mich im Juni 1796 geſehen zu haben.

angenommenen Eiskügelchen (Schloſſen; oben S. 456) ebenfalls mit einem undurchſichtigen Kerne verſehen ſeyen, und die dort, wo der erſten Cylinderſchicht eine zweite, dritte ꝛc. paralleles Sonnenlicht auffangende Schicht folgt, zur Bildung der die Nebenſonnen manchmal begleitenden, zuweilen 20 und mehrere Grade lang werdende Schweife (und Kreuzlichte) die Veranlaſſung reichten *). Fraunhofer

*) Huygens nimmt an: daß aufrechtſtehende Eiscylinder der beſchriebenen Art es ſind, welche mit dem Horizonte parallele, große weiße Ringe bilden, von (nahe) Sonnenbreite, nicht durch Beugung, ſondern durch Reflexion des unzerſtreuten Sonnenlichtes von ihren Oberflächen; um ſolches zu leiſten, müßten dergleichen Verticalcylinder um einen der Sonnenhöhe gleichen Winkel über dem Horizonte erhoben ſeyn; der Ring wird dann durchgängig von gleicher Höhe mit der Sonne ſelbſt, d. i. dem Horizonte parallel erſcheinen. Es würden ferner jene unter den Verticalcylindern, welche von der Sonne um einen gewiſſen Winkel abſtehen, deren Stralen ſo durchfallen und ins Auge gelangen laſſen, wie die auſſen klaren und innen trüben Schloſſen (Dunſteiskügelchen) deren Daſeyn die gewöhnlichen innerhalb des Kreiſes (in Folge des undurchſichtigen Kerns der Schloſſen) dunkeleren, am Saume hellen Höfe nach H. ihr Entſtehen verdanken. Dieſe den durchſichtigen Randſchloſſentheil durchfahrenden Lichtſtralen ſeyen es auch, durch die jene kleineren weißen oder farbig umſäumten Lichtkreiſe entſtänden, welche (z. B. im Römiſchen Phänomen) den großen Kreis durchſchneidend an den Durchſchnittsſtellen Nebenſonnen bildeten, deren Farben der Farbenzerſtreuung des Lichtes ihren Urſprung verdankten (?). Da dieſe Cylinder an beiden Enden abgerundet ſind, ſo könnten ſie auch um die Sonne einen Hof bilden; z. B. jenen, der als Kreisbogenſtück mit unterhalb der wahren Sonne befindlichen Krümmung, im Römiſchen Phänomene durch die beiden oberen Nebenſonnen gieng (auſſer dieſen zweien, ſah man übrigens im weißen größten Kreiſe in beträchtlichem Abſtande von jenen und von der wahren Sonne noch eine dritte Nebenſonne, ohne zugehörigen Durchſchnittsbogen). Endlich gebe es auch Horizontalcylinder der beſchriebenen Art, die ſich aber nach verſchiedenen Richtungen wenden, gleich Nadeln, welche ohne Ordnung auf dem Boden liegen. Dieſe Stellung ſey Körpern, die von Dünſten getragen würden ſehr natürlich, wie man an ähnlich geſtalteten bemerkt habe, als man ſie in freier Luft fallen ließ.

erklärt ſie, wie die Halonen, nicht wie H. durch Far-

Huygens hält ſie für die Urſache jener Bogen, welche bisweilen den oberen oder unteren Theil der Höfe berühren, wie z. B. in den zu Rom durch Scheiner 1630, in jenen zu Danzig ꝛc. durch Hevel und in einem 1667 zu Paris geſehenen Bogen. Wo dieſe Bogen Höfe berühren, erſcheinen ebenfalls Nebenſonnen; ſie ſelbſt aber, dieſe Horizontalcylinder reichten ſchon die Bedingungen zur Nebenſonnenbildung, weil ihre beiden durchſichtigen Enden Ring-bildend wirken, gerade wie die unter gewiſſen Winkeln von der Sonne abſtehenden Verticalcylinder. Auf ſolche Weiſe ſey das 1667 zu Paris geſehene Parhelion entſtanden, und darum habe es auch am oberen und unteren Theile glänzender, als an den übrigen Theilen erſcheinen müſſen; wären runde Kügelchen das Bedingende des Phänomens geweſen, ſo hätte der Glanz überall gleich ſtark ſeyn müſſen. Auch ſeyen es die Horizontalcylinder, durch die das von Hevel bei den Nebenmonden beobachtete weiße Kreuz entſtanden, das Hevel am Ende ſeines Mercuriums in Sole beſchrieben hat. Der ſenkrechte Streif dieſes Kreuzes rühre von den von der Oberfläche dieſer Cylinder zurückgeworfenen Mondſtralen her; der horizontale hingegen von der Reflexion des Lichtes an jenen ſenkrecht ſtehenden Cylindern, welche den großen weißen Ring bildeten, von dem in jenem Kreuze der horizontale Streifen ein Theil ſey. Um von Seite der Horizontalcylinder jene Wirkung zu erhalten, müſſe jedoch der Mond nicht hoch über dem Horizonte ſtehen; auch werde, bei genauer Beobachtung ſich finden, daß der ſenkrechte Streifen dort, wo er durch den Mond geht, ſchmäler erſcheine, als an anderen Stellen, und beſonders als oberwärts, wo er nothwendig breiter werden und ſich verlieren müſſe. (Den 5ten Juni 1830, Abends $9\frac{1}{4}$ bis $9\frac{1}{2}$ Uhr, ſahen wir hier in Erlangen zwar nicht bekreuzte Nebenmonde, wohl aber ein ſchönes weißes Kreuz vor der hell erleuchteten, nahe vollen Mondſcheibe; der horizontale Querbalken ſchnitt von derſelben ohngefähr am oberen Randbogen 45° ab, fernte alſo um eben ſo viel von der Mitte der Scheibe; der ſenkrechte Streifen war vor dem Monde ſehr ſchmal, unten und oben, beſonders aber oberwärts des Mondes mehr und mehr ausgeſchweift und verlor ſich in mehrere Grade hohen und tiefen Abſtänden endlich ganz.) Kleine ſchief ſchwebende Eiscylinder würden nach Art der Kügelchen Höfe bilden, aber lebhafter an Glanz und an Randfarben, als die von jenen erzeugten. Für Nebenſonnen, die der wahren Sonne gegenüber erſcheinen, wie Hevel dergleichen am 23. Februar 1661, desgleichen jenes Anthelion, welches derſelbe Beobachter am 6. Sept. 1661 wahrnahm (wo,

ben, zerſtreuende Lichtbrechung, ſondern durch Licht-Beugung *). Herm. v. Meyer (K. XIII. 250) fand, daß jene

der Sonne gegenüber, zwei farbige Kreiſe einander durchſchnitten, und im Durchſchnittsorte die Nebenſonne bildeten) glaubt Huygens Eiscylinder annehmen zu müſſen, ähnlich jenen, welche Descartes wirklich aus der Luft herabfallen ſah (innen trübe, auſſen klare, an beiden Enden mit Sternen verſehene cylindriſche Eiszapfen) jedoch unbeſternt; in gleichen Stellungen ſchwebende Cylinder ſeyen es auch, welche einzelne Lichtbogen, Lichtſtreifen und die Lichtſäulen hervorbrächten. Huygens zeigte übrigens mittelſt eines gläſernen Hohlcylinders, deſſen Mitte ein die ſenkrechte Axe einſchließenden hölzernen, von Waſſer umgebenen Cylinder faßte, daß man dadurch, nach Maaßgabe der verſchiedenen Stellung des Cylinders gegen das einfallende Licht, alle von ihm im Vorhergehenden bemerkten verſchiedenen Brechungen und Spiegelungen des Lichtes hervorzubringen im Stande ſey. Da in ſehr hohen Luftregionen nicht füglich tropfbare Dunſthüllen beſtehen können (oben S. 224 ff.) und da auch Fraunhofer anzunehmen ſich genöthigt ſah: daß nicht Dunſtbläschen, ſondern Eisprismen erfordert würden, um die größeren Höfe entſtehen zu machen, und da ferner in den Polargegenden Nebenmonde, Kreuzlicht gewöhnliche Erſcheinungen ſind, auch das Erſcheinen der Höfe um die Sonne, Nebenſonnen und Kreuzlichte in der Regel von nördlichen Winden begleitet iſt und kühle Witterung im Gefolge hat (z. B. im Juni dieſes Jahres), ſo ſteht es kaum zu bezweifeln, daß Huygens in ſofern richtig folgerte, als er zu länglichen Eiskörpern verbundene Dunſtſphäroiden zur Grundbedingung der bezeichneten Meteore erhob. — Vergl. Ch. Hugenii Diss. de coronis et parheliis; in ſ. op. rel. T. II. Venturi ſuchte (in Gilbert's Ann. LII. 385 ff.) darzuthun, daß es nothwendig ſey zum Entſtehen der Nebenſonnen und Nebenmonde Eisprismen anzunehmen. H. Brandes zeigte dagegen (a. a. O. LXII. 128), daß damit noch nicht alle Erklärungs-Schwierigkeiten gehoben ſeyn. Vergl. auch Poggendorff's Ann. XVI. 71. — Siehe jedoch w. u. Moſer's Einwürfe.

*) Fraunhofer erwägend: 1) daß die aufgehende Sonne durch ein Gitter (wie man es bei F'ſchen Beugungsverſuchen anzuwenden pflegt) beſchauet, das aus horizontalen, einander hinreichend nahen und gleichweit von einander abſtehenden Fäden zuſammengeſetzt iſt: das Phänomen der verticalen Nebenſonne ganz genau darbietet, 2) daß eine dem horizontalen Ringe analoges Bild (ein vollſtändiger weißer Kreis) her-

jene Nebenſonnen, welche im gewöhnlichen Ringe großer Art, oder in deſſen Nähe liegen (die mit denen

---

vorgebracht wird, wenn man durch ein mit Gold belegtes, gegen die Sonne gehörig geneigtes Glas ſieht, in deſſen Beleg gerade, von einem Punkte ausgehende Linien radirt worden, und 3) daß ein dergleichen Glas, mit parallelen, aber ſehr ungleich von einander abſtehenden Linien, bei einer verticalen Richtung dieſer radirten Linien auf die Sonne, zu jeder ſeiner beiden Gegenſeiten einen horizontalen weißen Lichtſtreif erblicken läßt, der dem ſcheinbaren Sonnendurchmeſſer an Breite und dem Glaſe an Länge gleich kommt, folgerte: daß Lichtbeugung (an Dunſtkügelchen oder) Kryſtallen das Bedingende der Nebenſonnenbildung und verwandter Phänomene ſey. Es ſeyen in einer Schicht des Dunſtkreiſes gegeben: Eiskörperchen (oder Dunſtkügelchen) die gegen die Weltgegenden zwar unregelmäßig verbreitet, aber doch ſo gelagert erſcheinen, daß je zwei derſelben für einen horizontal auffallenden Stral einerlei Entfernung haben. Werden ſie nun von der im Horizonte befindlichen Sonne beſtralt, ſo erfolgt an ihren Rändern Stralenbeugung; in verticaler Richtung wirken ſie aber viel näher auf einander ein, als in horizontaler, und erzeugen ſo dieſelben Phänomene, wie die von einander gleichweiten, parallelen Gitterlinien. Farben werden dabei nicht geſehen, weil, wegen der Ausdehnung des Sonnendurchmeſſers, die verſchiedenfarbigen Lichtſtreifen in einander fallend ſich zu Weiß ergänzen. Sofern der Abſtand der Mitte je zweier Körperchen (Dunſtkügelchen) zu verſchiedenen Zeiten verſchieden ſeyn kann, ſo iſt auch der Abſtand der verticalen Nebenſonnen nicht immer nothwendig derſelbe, und weil die Zwiſchenferne der Körperchen (Kügelchen) für verſchiedene Eiskryſtalle (Dunſtbläschen) im hohen Grade ungleich ſeyn kann, ſo erſcheint öfters gar keine Nebenſonne, ſondern nur ein verticaler Lichtſtreif (Lichtſäule, oder ſog. Feuerſäule), wie man ſie manchmal ſieht. Giebt es ferner Eiskörperchen (Dunſtkügelchen), die, dem Auge des Beobachters eine regelmäßige Lage darbietend, für den horizontal anlangenden Lichtſtral in verticalen Linien zu liegen ſcheinen, und deren Zwiſchenfernen gegen ihre Durchmeſſer ſehr klein ſind, ſo bieten ſie den Lichtſtralen in vertical gedachter Richtung keine Zwiſchenräume dar, ſondern decken einander, und es werden daher die Stralen nur in horizontaler Richtung abgelenkt, und gelangen alſo gerichtet ins Auge, für dieſes den horizontalen Kreis darſtellend, deſſen Farbloſigkeit wieder von dem ungleichen Abſtande je zweier beugenden Körper, oder von deren verſchiedenen Größe abhängig iſt. Können zu-

mittelſt Durchkreuzung zweier oder mehrerer Ringe entſtandenen ſtellenweiſen Lichtverſtärkungen der Höfe nicht zu verwechſeln ſind; oben S. 459 Anm.) an denſelben Wolkenarten ſich bilden, in deren Dunſtumgebung (Schleierwolken; oben S. 456) die Ringe großer Art wahrgenommen werden; d. i. an den Grenzen der Schäfchen-Wolken (Schaafwolken; Cirrocumulus), leichten Haufen- und Regenwolken (Cumulus u. Nimbus); vgl. oben S. 389 u. 456. v. M. nennt dieſe Art Nebenſonnen: ſelbſtſtändige, und unterſcheidet in Abſicht auf Lage: horizontale und verticale; d. h. ſolche die am verlängerten horizontalen und jene, welche am verlängerten verticalen Sonnendurchmeſſer liegen. Dieſe vier Nebenſonnen können zuſammen und zugleich mit dem Ringe großer Art auftreten, ſie zeigen ſich aber ohne den Ring am gewöhnlichſten; die horizontalen am häufigſten, die verticalen ſeltener, und die dem Horizonte am nächſten ſtehenden am ſeltenſten. Jene Form,

---

gleich auch in vertical gedachter Richtung einige Stralen der Beugung unterliegen, ſo zeigt ſich auch vom leuchtenden Körper (Sonne, oder Mond) aus ein verticaler Lichtſtreifen, was dann mit dem horizontalen Streifen ein Kreuz (Kreuzlicht) bildet. Wo nun der horizontale Ring einen Hof durchſchneidet, erfolgt an den Durchſchnittsſtellen Lichtverſtärkung und damit: eine horizontale Nebenſonne, die auſſerdem noch dadurch in ihrer Leuchtkraft geſteigert wird, daß, wegen denen in horizontaler Richtung gedachten größeren Zwiſchenräume der Eiskryſtalle, nach dieſer Richtung mehr gebeugtes Licht ins Auge des Beobachters gelangen kann. Den Schweif der Nebenſonnen erklärt F. dadurch, daß die in den Eiskryſtallen gebrochenen Stralen zwar an beſtimmten Stellen (wo ſie den größeren Hof bilden) am ſtärkſten auf das Auge einwirken, doch aber auch auſſerhalb dieſer Stellen noch empfindbare Stärke gewähren. Vergl. Fraunhofer in K. V. 172 ff. — Setzt man in dieſer Anſicht ſtatt Eiskörperchen: Dunſtkügelchen mit ungleich dicken Wänden und ungleich großen Hohldurchmeſſern, ſo werden an dieſen die Beugungsphänomene, unter der gehörigen Abänderung ihrer Zwiſchenfernen und Stellungen gegen die Sonne, ebenfalls zu Bildern führen müſſen, die ähnlich erſcheinen — denen zuvor beſchriebenen.

in welcher eine Nebenſonne bei dem reinſten Zuſtande der Wolkenatmosphäre, den das Phänomen erlaubt, ſich darſtellen, nennt v. Meyer: Grundform der Nebenſonne; ſie geſtaltet ſich um, wie die Beſchaffenheit des Himmels ſich ändert. Die Grundform der horizontalen Nebenſonnen ſind Kreisſegmente von einigen Graden Länge, entnommen von einem Kreiſe, deſſen Durchmeſſer um etwas weniges größer iſt, als der des Ringes großer Art, und es liegt bei ihnen, wie bei dieſem, von den Farben das Roth nach innen, das „Blau" nach „auſſen." Mit dem Dichterwerden des Dunſtes büßt die Nebenſonne ihre Grundform und von ihrer Farbenpracht ein; ſie zieht ſich gleichſam vertical zuſammen, um ſich horizontal in einen Schweif, der der Sonne abgekehrt und ſpitz auslaufend iſt, auszudehnen*).

---

*) Solche geſchweifte Nebenſonnen erſcheinen zuweilen nach der Sonne zu noch röthlich, verlieren jedoch mit der Länge des Schweifes an Farbe und Glanz, und ihre Seiten bekommen alsdann eine unter ſich und mit dem Horizonte parallele Lage. v. Meyer ſah geſchweifte Nebenſonnen, deren Länge gegen 90° betrug, und einige, die ſich auch innerhalb des Ringes, gegen die Sonne hin verlängerten, wo ſie dann das Anſehen erhielten: eines Theiles jenes weißen Horizontalkreiſes, der zuweilen an den mehr zuſammengeſetzten hieher gehörigen Phänomenen bemerkt wird, und von deſſen Bildung v. M. vermuthet, daß ſie auf dieſen horizontalen Nebenſonnen beruhe; ſo daß alſo dieſer weiße Horizontalkreis von der Grundform der horizontalen Nebenſonne ableitbar erſcheint (vergl. die vorhergehende Anm.). Einmal beobachtete v. M. auch einen breit auslaufenden Schweif der bezeichneten Nebenſonnenart. Geht der Dunſt ins Wolkige über (entwickeln ſich in der Schleierwolke andere Wolken), ſo nehmen dieſe horizontalen Nebenſonnen zuerſt eine, etwas Farbenſpiel darbietende elliptiſche, dann aber, bei wachſender Dunſtwolkenbildung eine mehr und mehr ausgedehnt-runde Geſtalt an, was ſie dann als ebenmäßig vergrößert erblicken läßt. Das Farbenſpiel löſt ſich dann in gelbliches Weiß auf, und nur das der Sonne zugewendete Roth erhält ſich etwas länger. Erfolgt hierauf Bildung der Schäfchenwolken, ſo bleibt die Nebenſonne noch während des Uebergangs zu dieſer Wolkenform, iſt jedoch zwar noch rund, aber

Die Grundform der eigentlich verticalen Nebenſonnen *) iſt ebenfalls ein Kreisſegment, das aber mit ſeiner convexen Seite und vertical auf oder im Ringe großer Art ſteht und der Sonne zugekehrt iſt. Dieſe Nebenſonne iſt überaus glänzend, und ihre Farben liegen in der Ordnung, daß das Roth der Sonne am nächſten iſt, an der äuſſeren Peripherie; mithin nicht wie bei dem Ringe großer Art, oder der Grundform der horizontalen Nebenſonnen, an denen das Roth zwar auch der Sonne zugekehrt iſt, aber, da der Ring concentriſch iſt, die innere Peripherie bildet. Auch dieſe Grundform iſt durch Abänderung der Wolkenatmosphäre veränderlich. Sie geht über in Ellipſen, deren Breitendurchmeſſer in den verlängerten verticalen Durchmeſſer des Ringes zu liegen kommt; ſie glänzen nach der Sonne zu roth, im übrigen weiß. Im feineren Dunſte iſt eine ſolche Ellipſe ſchmal und lang, je mehr ſich der Dunſt zum Wolkigen hinneigt, um ſo breiter wird ſie und um ſo mehr verkürzt ſie

---

nicht mehr ſcharf begrenzt, und an ihr vorüberziehende kleine Schäfchenwolken erſcheinen in ihr mit lebhafterem Lichtglanze. Vollendet ſich die Bildung dieſer Wolken zu größeren Gruppen, ſo verſchwinden die Nebenſonnen. Zu Tageszeiten, wo Auflöſen und Wiederbilden der Einzelwolken häufig wechſeln, während zugleich ein Ring großer Art zugegen iſt, gewinnt es das Anſehen, als ob die Nebenſonne ſich gegen den Ring in Bewegung ſetzte; ſie bewegt ſich aber nicht, ſondern wechſelt nur ihre Größe. Auf Parry's erſter Reiſe wurden Nebenſonnen beobachtet, die um 3° auſſerhalb des Ringes lagen. H. v. Meyer a. a. O. 251—253.

*) In geringem Abſtande von der Sonne erſcheinen zuweilen, über und auch unter derſelben Sonnenbilder, die, hinſichtlich jener Entfernung, welche die horizontalen Nebenſonnen haben, nicht ſo genannt werden können; v. Meyer a. a. O 253. „Es iſt eine ſchöne Erſcheinung, wenn die horizontalen und die verticalen Nebenſonnen gleichzeitig auftreten; befindet ſich dann die Wolkenatmosphäre gerade in großer Thätigkeit, ſo wechſeln ſie fortdauernd ihre Formen, ſo daß zuweilen eine jede von der anderen verſchieden geſtaltet erſcheint;“ v. Meyer a. a. O. 255.

ſich; aber um ſo mehr nimmt ſie auch an Farbe und Glanz ab, bis ſie endlich beim Auftreten von Einzelwolken und deren Gruppen verſchwindet. In einigen Fällen reicht die, gewöhnlich auf oder im Ringe großer Art liegende verticale Nebenſonne auch noch etwas in den Raum hinein, den der Ring umſchließt, und verleihet dadurch dem Ringe ein abgeplattetes Anſehen. Es können übrigens Nebenſonnen zugleich mit Ringen großer Art auftreten, es iſt aber, wenn dabei der Himmel gleichförmig von einer Schleierwolke überſpannt erſcheint, alsdann der Ring großer Art im Vergleich zur Nebenſonne, abweichend (gewöhnlich ſchwächer) entwickelt, was, wie v. M. bemerkt, darauf hindeutet: daß zweierlei Phänomene ſich nicht in einerlei Wolkenabänderung im gleichen Maaße vollkommen auszubilden vermögen. — Nach Moſer's hieher gehörigen phyſiſch-mathematiſchen Unterſuchungen, kämpft die Erklärung der Ringe größerer Art, und damit auch jene der Nebenſonnen und Nebenmonde: durch Eisprismen, mit nicht geringen Schwierigkeiten, und ſteht durchaus — nach der von Moſer mit vielem Scharfſinn verſuchten Erklärung durch Refraction in hohlen Dunſtkügelchen: deren verſchiedene Durchmeſſergröße und Hüllendicke die Verſchiedenartigkeit der Ringe bedingt. Für Ringe von 45° und 90° ſind zweierlei Dunſtbläschenarten erforderlich. Auch die Erklärung der kleineren Ringe und Höfe durch Beugung hat, Moſer's hieher gehörige Entgegnungen zufolge nicht geringfügige Einwürfe zu beſeitigen *). — In den Observations sur l'arc-en-ciel, sui-

---

*) Vergl. Poggendorff's Ann. XVI. 67—82. Folgendes, aus dieſer lehrreichen Abhandlung entlehnt, möge dem Obigen zur Erläuterung dienen. „1) Hält man ein Prisma, auf deſſen Baſis ſehend, an irgend einem beleuchteten Ort vor das Auge, ſo gewahrt man einen theils weißen, theils blauen oder rothen Kreis; blau, wenn man weißes Wolkenlicht von der Baſis reflectiren ließ, roth, wenn das reflectirte Licht an Intenſität dem refrangirten nachſteht; weiß, wenn bei-

ries de l'application d'une nouvelle théorie aux couleurs de ce phenomene. (Par Mr. l'Ablée P....)

---

derlei Licht gleiche Intenſität darbietet. Hebt man hiebei dadurch alle Refraction auf, daß man dem Prisma eine ſchwarze Unterlage giebt, ſo erhält man den blauen Bogen; neigt man hingegen das Prisma auf weißer Unterfläche ſo, daß deſſen Refractionswinkel ψ' einen ſolchen Werth erhält, daß keine Reflexion ins Auge möglich wird (wie es nahe ſtatt hat, wenn $\psi' = 90°$), ſo ſieht man, ohngeachtet die weiße Unterfläche anliegt und unbegrenzt iſt, den rothen Bogen. 2) Fraunhofer habe nun aber durch Reflexion in einem ſechsſeitigen Prisma einen farbigen Ring entſtehen laſſen, und deſſen Farben unter Umſtänden berechnet, wo keine Farben entſtehen können. 3) Sollen gleichwinklige Eisprismen den Ring von 45° Durchmeſſer erzeugen, ſo müſſen ſie vom leuchtenden Körper aus, bei einer Entfernung von $22\frac{1}{2}°$, ihre brechenden Winkel dem Körper abwendend, in einem Kreiſe alſo gelagert erſcheinen, daß erfüllet werde die Gleichung $\sin\varphi = n \sin 30$, wo n der Brechungsexponent (nach Newton für prismatiſches Violett $= \frac{78}{50}$, für prismatiſches Roth $= \frac{77}{50}$; vergl. oben S. 417) und wo φ der Einfallswinkel. 4) Aber auch zugeſtanden, daß ſolche Lagerung der Eisprismen, ſelbſt für längere Zeit (z. B. mittelſt andauernder Höhenwinde, die bei gleichbleibender Richtung auch mit nahe gleicher Stärke wehen K.) möglich wäre, ſo werde es doch unmöglich einen dadurch entſtandenen Ring von z. B. 6000 Fuß Bildungshöhe an zwei Orten zugleich zu ſehen, die etwa um 5000 Fuß von einander fernen. (Die Höhen, in denen die größeren Ringe erzeugt werden, kennen wir nicht, daß ſie aber über 6000 Fuß betragen dürfte, wird daraus wahrſcheinlich, daß noch in Höhen von 3000—4000 Toiſen und darüber Wolken vorkommen, von denen nur die höchſten zur Gattung der Schäfchen gehören möchten. Gay-Luſſac ſah in einer Höhe von 70000 Meter = 21549 par. Fuß noch weit über ſich Wolken, und Bouguer bemerkte dergleichen in Höhen von 700 bis 800 Toiſen über dem Chimborazo. K.) Jener Vortheil den Eisprismen gewähren: daß in ihrer Brechung eine ausgezeichnete Stelle gefunden werden kann, ſcheint in ſofern noch zweifelhaft, als es nicht ausgemacht iſt, ob dieſe ausgezeichnete Stelle es zugleich in der Intenſität des Lichtes iſt. 6) Es ſind in einigen Fällen Ringe beobachtet worden, deren Durchmeſſer geringer als 45°. (? Vergl. oben S. 459 ff.) Herm. v. Meyer ſah im Monat Juli (K. XIII. 248) einen Ring um die Sonne im Höhenrauch (dem jedoch feuchtender Nebel untermengt geweſen zu ſeyn ſcheint. K.) ſich bilden; wo

Paris 1778. 8., in denen der ſpeudonyme Vſſer der Er-Erklärung des Regenbogen durch Brechung und Farbenzer-

---

alſo von Eisbildung nicht füglich die Rede ſeyn kann, wie denn auch von denen in dieſen rauchigen Nebel befindlichen Beobachtern keine Eistheilchen wahrgenommen wurden. 7) Die kleineren Ringe oder eigentlichen Höfe ſind innerhalb des Lichtſaumes meiſtens intenſiv hell, während die der größeren Art bekanntlich innen wegen ſehr bedeutender Lichtzerſtreuung mehr gedunkelt erſcheinen (oben S. 458 Anm.); beide laſſen ſich aus der Conſtitution des Himmels vorherſagen. Dünſte — Schleierwolken, — welche die Sonne mit eigenthümlichen matten, gebrochenen Lichte erblicken laſſen, verrathen bevorſtehende oder ſchon vorhandene Ringe; Herm. v. Meyer bei K. XIII. 249 und eben ſo die Schäfchenwolken den Hof; oben S. 458). 8) Der Durchmeſſer eines beobachteten Ringes ſteht in Verbindung mit der Waſſerhülle des Dunſtkügelchens, und wird durch deren Dicke bedingt, kann daher allerdings ſehr verſchieden, und mithin auch kleiner als 45° ausfallen. Betrachtet man die Tabelle, die Bouguer über die Menge des unter verſchiedenen Winkeln von einer Waſſerfläche reflectirten Lichtes gegeben hat, ſo findet man die Lichtmenge von 90° bis 60° (von der Fläche an gerechnet) ziemlich conſtant. Dann nimmt ſie aber für kleinere Winkel raſch zu, ſo daß, wenn dieſelbe bei 50° = 22 von tauſend geſetzt wird, ſie bei 40° = 34, bei 30° = 65 iſt. 50° aber iſt beiläufig der Winkel von der Fläche an gerechnet, der ſich zur Conſtruction des Ringes von 45° Durchmeſſer aus der Gleichung:

$$\text{tang}\ \varphi = \frac{n \sin \frac{\Delta}{2}}{n \cos \frac{\Delta}{2} - 1}$$

ergiebt (wo φ der Einfallswinkel und Δ der Ablenkungswinkel oder Halbmeſſer des Ringes iſt). Die Art wie dieſer Ring erſcheint, iſt alſo photometriſch gerechtfertigt. Photometriſch iſt es auch begründet, daß der größere Ring von 90° Durchmeſſer ſchwächer ſeyn wird, weil der Verluſt an Reflexion an der erſten Waſſerfläche ſich in beiden Fällen wie 97:22 verhält. Dieſer Ring wird auch verhältnißmäßig noch ſchlechter nach Auſſen begränzt ſeyn, und ſich weniger ſchnell als der von 45° verlieren, weil in der photometriſchen Tabelle von 25° bis zu kleineren Winkeln ſich kein Sprung zeigt. — De-

ſtreuung unter andern entgegenſetzt: daß er und Andere häu-
fig Regenbögen geſehen, bei denen Auge des Beobachters,

---

nen zu den Höfen gehörigen Dunſtblaſen in (oder an) den hochgehenden Schäfchenwolken werden dünnere, denen zu den Ringen erforderlichen dickere Hüllen zukommen müſſen, wenn ſie die Ungleichheiten beiderlei Lichtkreisſäume möglich machen ſollen; erſtere werden der höheren, dünneren, letztere der tieferen dichteren Atmosphäre angehören. (Vergl. hiemit Fraunhofer's Verſ. oben S. 457 Anm.) Jemehr ſich die Cirro-Cumuluswolke dem Cumulus nähert, um ſo größer wird der Durchmeſſer der Höfe ausfallen. 9) Da man es hier mit der Grenze der Refraction zu thun hat, ſo wird an dem äuſſeren Ende derſelben die rothe Farbe, und das Gelb zu innerſt erſcheinen, wie in dem unter 1) — oben S. 469 dieſer Anm. — angeführten Phänomene des erſten Ringes auf der Baſis eines Prisma. Was die blaue Farbe betrifft, die man im Innern dieſer Höfe wahrgenommen hat, ſo zeigt ſie ſich nur, wenn der Hof nicht vollſtändig iſt (vergl. oben S. 459 Anm.) und von zerriſſenen Wolken gebildet wird. Dieſes Blau hängt mithin mit dem Erſcheinen des Hofes nicht zuſammen, und iſt nicht das Erzeugniß des Lichtdurchgangs durch die Dunſtblaſen; im unvollſtändigen Hof ſcheint die durchſchaubare Himmelsbläue die Hauptquelle zu ſeyn für jenes Blau. 10) Mehrere concentriſche Ringe bilden ſich nur in einem Nebel, nie aber in einer vollſtändigen Cirro-Cumuluswolke; wo dieſe Wolkenart mit einer Nebelſchicht in Verbindung ſteht, ſind zwei concentriſche Ringe zu erwarten, wo aber der Nebelſchichten mehrere folgen, die in der Höhe übereinander liegen, und in deren Bläschen die Hüllendicke verſchieden iſt, können mehr denn zwei dergleichen verſchiedengeartete (z. B. farbige und weiße) Ringe entſtehen. — Moſer bei P. a. a. O. — — Auf gleiche Weiſe, wie die angrenzende Dunkelheit den Rand der Mondhöfe heller hervortreten läßt, als er auſſerdem geſehen werden würde, verſtärkt auch das Sonnen- oder Mond-Licht das Mitten-Licht der Höfe, die als ſolche die Baſis eines Conus begrenzen, deſſen Spitze dem leuchtenden Körper zugewendet iſt. Als die Spanier unter Pizarro die Cordilleren paſſirten ſahen ſie Feuerkugeln die Luft durchfliegen, ſilberne Bogen (Mondreflexe?) auf Abhängen der Berge; 2—3fache Regenbogen, nahe zum Greifen und kreisförmig, in deren Centrum jeder (ſo dicht die Beſchauer auch neben einander ſtehen mochten) ſein eigenes Bild erblickte. Waren dieſes Höfe: reflectirt von Schleierwolken niederer Schichten? Mancher der angeblich beobachteten verkehrt ſtehenden

Sonne und Mittelpunkt des Regenbogens ſich keineswegs in ein und derſelben geraden Linie befanden, leitet derſelbe die Entſtehung des Regenbogens von einer an dem, dem Regenbogen gegenüber ſtehenden Stelle des Horizonts befindlichen, geöffneten Wolke und darauf erfolgender Spiegelung des Beugungsfarblichtes in der Regenwolke ab. Wenn dieſer Anſicht auch entgegengeſetzt werden darf: daß häufig Regenbogen ſich zeigen, wo gegenüber Wolken gänzlich fehlen, ſo iſt es andrerſeits doch denkbar, daß in Folge ſolcher Beugung und Spiegelung nicht nur einzelne farbige Bogentheile aus der Klaſſe der Höfe und Ringe, ſondern letztere ſelbſt entſtehen können; wie denn die ſchon oben S. 457 gedachte (Juli-) Beobachtung H. v. Meyer's, dieſer Anſicht im hohen Grade das Wort redet *).

13) Schattenſchimmer (Syn. Heiligenſcheine, Hexenringe ꝛc. Umbra fulgens). Morgens oder Abends erblickt man die auf grüne Fluren, Wieſen ꝛc. geworfenen eigenen Schatten nicht ſelten von hellen Säumen umgeben. Ein alſo randheller Kopfſchatten (Heiligenſchein) iſt dann gewöhnlich in Form eines hellen Ringes zugegen, deſſen äuſſerer Raum ſich in die umgebenden helleren Flächen ſchnell bis zum Unmerklichen erſtreckt. Er ſcheint hauptſächlich dadurch hervorzugehen, daß die dem Schatten zunächſt angrenzenden Gegenſtände dem Auge mit voller Beleuchtung zugewendet erſcheinen, während demſelben die entfernteren

---

Regenbogen (Iris inversa; oben S. 452) war vielleicht Bogentheil eines Hofes?

*) In gedachten Observations findet ſich auch eine leſenswerthe Kritik des zuerſt vom Erzbiſchoff von Spalatro, Antonio de Dominis (von Descartes und Newton widerholten, weiter ausgebildeten und auf die Erklärung des Regensbogens angewandten) angeſtellten Verſuchs mit der waſſervollen Glaskugel (oben S. 453 Anm.) aus der wenigſtens hervorgeht, daß es Regenbogen-ähnelnde Phänomene geben kann, die durch jenen Verſuch nicht erläutert werden können.

mehr und mehr von ihrer Schattenſeite zuweiſen; auſſerdem aber dürfte auch Beugung und Abänderung der Lichtbrechung am Schattenrande, in Folge ungleicher Erwärmung der durchleuchteten und der durchſchatteten Luft, an deſſen Entſtehen Theil haben.

14) Lichtſäulen. (Columnae). Wenn die Sonne dem Horizonte nahe, gewahrt man, jedoch im Ganzen genommen nur ſelten, vertical auf der Sonne $\frac{1}{2}°$ bis 5° (ſelten mehr) Breite darbietende leuchtende, wenn die Sonne ſchon unter- oder noch nicht auf-gegangen war: von der Abend- oder Morgenröthe purpurn, oder roth (mitunter lichtroſenroth) gefärbte, bei höherem Sonnenſtande röthlich weiß oder weiß erſcheinende Streifen, die entweder dem Hauptſchnitte eines Cylinders, oder eines aufrechtſtehenden, oder umgekehrten Kegels ähneln, und deren Erſcheinen, den Angaben älterer Beobachter zufolge, mit feinen horizontalen Dunſtſtreifen oder ähnlichem ſtreifigem Gewölke der ihnen zukommenden Himmelsgegend, alſo von jenen Bedingungen begleitet iſt, welche Fraunhofer fordert: um mittelſt ſeiner Beugungsgitter ähnliche Gebilde zur Sichtbarkeit zu bringen (oben S. 465 Anm.) *). Uebrigens

*) Zu Caſſini's Zeiten müſſen Lichtſäulen zu den größten Seltenheiten gehört haben, denn er ſah dergleichen innerhalb vierzig Jahren nur einmal, während H. v. Meyer im Jahr 1826 allein deren vier wahrnahm; K. XIII. 258—259. Wilſe ſah in Norwegen eine Lichtſäule von 2° Breite und Gilbert in Halle den 25. Auguſt 1796 eine ähnliche; G's Ann. III. 360 ff. 366. Den 3ten Mai 1828, gegen Abend, bald nach Sonnenuntergang, ſah ich eine dergleichen über ein Grad breite, am rechten Rheinufer $\frac{1}{4}$ Stunde oberhalb Ehrenbreitenſtein; ſie war überall gleich breit, reichte bis zu einer Höhe von mindeſtens 25° über den Horizont hinauf, und leuchtete ſchwach gelblich weiß. Ob das von Seiler zu Höxter den 28. Mai 1824 gleichzeitig mit ſtarkem Hehrrauche beobachtete Phänomen, ſo wie das von Lohrmann u. A. bei Dresden und einige demſelben von Schweigger für analog gehaltene (S's J. XLII. 360. XLIV. 73 und XLV. 193) hieher gehören, iſt unentſchieden. Einige

dürften auch ähnliche Phänomene zu Stande kommen, wenn reflectirtes Weißlicht (oder ſtatt deſſen Eigenlicht phosphorescirenden Gewölkes) entfernter Wolken, durch die Verticalſpalte zweier tieferen, näheren Wolken zu des Beobachters Auge gelangt, ſowie durch Spiegelung in hochgelagerten Wolken *). Ueber Huygen's Ableitung dieſer und verwandter Meteore von der Lichtſpiegelung von denen in der Luft ſchwebender Eiscylinderchen, ſ. oben S. 464. Anm.

15) Dunſtſtreifen, Waſſerziehen der Sonne (Virgae). Auf gleiche Weiſe, wie wir in Zimmern, in welchen Sonnenſtralen direct einfallen (durch Fenſter oder durch ähnliche, dem Lichte durchgängige Oeffnungen) dergleichen Stralen, in Form nahe paralleler Stralenbündel (Stralenkörper) ſehend verfolgen können: mittelſt der, auf denen in der Luft ſchwebenden Staubtheilchen ſtatt habenden Spiegelung (Farbenzerſtreuung, Brechung und Beugung), ſo auch jene Stralen, welche zwiſchen ſtellenweiſe geöffnetem, mehr oder minder dunkelem Gewölke, von der hinter dem

---

der a. a. O. XLII. 360 ff. gedachten Phänomene ſcheinen Schweife von Nebenſonnen geweſen zu ſeyn; vergl. oben S. 465 ff.

*) „Eine auffallende Aehnlichkeit mit dieſen Lichtſäulen am Himmel bei niedrigem Sonnenſtande, und in der Bildungsart wahrſcheinlich analog, beſitzt eine Erſcheinung, die von der Sonne und dem Monde, bei niedrigem Stande, auf einem Waſſerſpiegel, oder auch von jeder anderen leuchtenden Stelle, die ſich auf der Erde in der Nähe eines Waſſerſpiegels befindet, hervorgebracht wird. Es geht nämlich von dem Spiegelbild der leuchtenden Stelle eine Lichtſäule aus, die über die Waſſerfläche — ganz mit den Formen der Lichtſäulen am Himmel — ſich hinſtreckt. Spooner hat dieſen Wiederſchein von Sonne und Mond in den Meereswellen beobachtet (P's Ann. 1827. 89) und von einer Horizontalebene abgeleitet, welche mit einer unendlichen Menge kleiner Planſpiegel bedeckt iſt, die, bei allen möglichen Richtungen, unter Winkeln gegen den Horizont geneigt erſcheinen, welche die größtmögliche Neigung der Wellen nicht übertreffen.“ H. v. Meyer bei K. XIII. 260 ff.

Gewölke befindlichen Sonne entſandt und von denen vor demſelben tiefer liegendem Dunſtbläschen dichter Schleierwolken theils farbenzerſtreuend gebrochen, theils am Rande der Bläschen gebogen, theils geſpiegelt werden. Da die hiebei entſtehenden Farbenbilder einander decken und (gemeinhin) deckend zu Weißlicht ſich ergänzen, ſo ſieht man die ſich hiedurch bildenden Streifen ſelten von Farbenrändern begränzt hervortreten. Gewöhnlich erlangen ſie, obgleich ſie parallel laufen, das Anſehen, als ob ſie nach der Sonne hin zuſammenliefen (auf gleiche Weiſe, wie zwei lange parallele Baumreihen, an dem von dem Auge abgewandten Ende zu convergiren ſcheinen), ſo daß man wähnt, die Sonne ſtände dort, wo die Streifen, rückwärts verfolgt, ſcheinbar zuſammentreffen. Finden ſich der Gewölkſpalte gegenüber dichte Schleierwolkentheile, während der nächſte Vorgrund der Spalte dergleichen entbehrt, ſo werden die Stralen von ſolcher Wandwolke dergeſtalt zurück und dem Auge ſo zugeworfen, daß dieſes die Sonne ſammt dem Streifen in die der erſteren entgegengeſetzte Weltgegend ſetzt. Dergleichen reflectirte Streifen zeigen dann jedoch ſtets eine mattere Helle, als man an denen zu ſehen gewohnt iſt, deren Stralen unmittelbar zum Auge gelangen. Noch matter zeigt ſich das Streifenbild, wenn es gleichzeitig als direct einfallendes und als von der entgegengeſetzten Wolkengegend her geſpieltes wahrgenommen wird. In dieſem Falle iſt zwiſchen dem nächſten Vorgrunde der Wolkenſpalten und der gegenüber befindlichen Wandwolke ein ſehr dunſtarmer, oder faſt dunſtleerer (nur mit Waſſergas und Luft erfüllter) Zwiſchenraum. Man nennt dieſe Bilder: das Waſſerziehen der Sonne, und folgert daraus — nahe bevorſtehende wäßrige Niederſchläge: im Winter, wo das Phänomen ſeltener iſt, verkündet es gewöhnlich Schnee, im Sommer in der Regel Regen.

16) **Stralenkrümmung; Erhebung; Luftſpiegelung; Senkung** (Curvatura radiorum; Elatio; De-

miſſio). Durch auſſergewöhnliche Lichtbrechung in entweder ruhig horizontal übereinander, oder vertical nebeneinander gelagerten Luftſchichten erzeugte Richtungs- und Geſtaltungs-Abänderung (häufig Vergrößerung) der Bilder in mehr oder weniger beträchtlichen Fernen unter, über oder neben uns befindlicher irdiſcher Gegenſtände, in deren Folge dieſe durch dergleichen nicht phyſiſche *), ſondern geometriſche Luftbilder, in bald kaum merklicher, bald ſehr auffallender Umrißverzerrung, uns entweder ſcheinbar genähert (und dann, wenn wir dieſer Scheinnähe trauen, wieder entfernt oder wohl gar zum Verſchwinden gebracht) oder anſcheinend vermehrfacht und dabei nicht ſelten in verkehrte Stellung gebracht werden. Die dazu erforderliche, auſſergewöhnliche Brechung iſt eine ſolche nicht an ſich (d. h. nicht in dem Sinne, wie man z. B. vom Doppelſpathe ſagt: daß er das Licht ungewöhnlich breche; oben S. 434), ſondern nur in Beziehung auf die Ueber-, Unter- oder Nebenlage der übrigen Luftſchichten, nämlich dadurch: daß ſie auf-, oder nieder-, oder nebenwärts „Krümmungen der Lichtſtralen" des Gegenſtandes hervorbringt, groß genug: um für das Auge des Beobachters (das ſtets den Gegenſtand an das Ende einer geraden Linie in jene Gegend verſetzt, wohin die letzte Richtung der unmittelbar in daſſelbe gelangenden Stralen weiſet) nicht nur das ſcheinbare Luftbild **), ſondern auch eine oder die andere der zuvor bemerkten Abänderungen deſſelben zu Stande zu bringen. Dieſen Bildänderungen gemäß erblickt der Seefahrer die Geſtade weit entlegener, noch unter ſeinem Horizonte befindlicher Länder; aber es verſchwinden dieſe Küſten, ſo wie er ſich ihnen nähert, und

---

*) Siehe m. Experimentalphyſ. II. 408.

**) Denn dieſes, das ſcheinbare Luftbild, gewährt auch jede gewöhnliche irdiſche Stralenbrechung; vergl. oben S. 416.

nicht mit Unrecht nennt er daher ſolche Bildtäuſchung ein Seegeſicht *). Auf gleiche Weiſe ſpiegelt ſich auf Aſiens

*) An der deutſchen Seite der Nordſee nennt man es Kimmung, engliſche Seeleute heißen es Looming, in Frankreich bezeichnet man es durch Mirage, zu Reggio, an der Küſte Calabriens, Meſſina gegenüber, durch Fata Morgana, in Japygien heißt es Mutate, in Appulien Lavandaja, in in Perſien Sirab, und in Beziehung auf die dadurch veranlaßte ſcheinbare Näherung entfernter Gegenſtände allgemein die Erhebung, wiewohl es dieſe nicht immer iſt. Den Namen Luftſpiegelung erhielt das Phänomen, weil man ſonſt wähnte: es ſey das Erzeugniß einer wirklichen Spiegelung des Gegenſtandes in der Luft, von der bei demſelben, nur in einigen Fällen, und nicht ſowohl von der Luft, als vielmehr von den in ihr befindlichen Schleierwolkentheilen die Rede iſt, wenn dieſe dunkelen Hintergrund genug haben, um die Stelle ſpiegelnder Flächen vertreten zu können. Will man übrigens das Wort Spiegelung hier in jenem Sinne genommen wiſſen, in welchem man von Vorſpiegelung (d. i. von beabſichtigter Täuſchung; Myſtification) ſpricht, ſo paßt der Ausdruck noch weniger, weil es ſich hier nicht von wollenden Selbſtweſen, ſondern nur von naturgemäßen Wechſelwirkungen handelt. Die Fata Morgana (von Einigen Meeresſpiegelung genannt) zeigt ſich über der Bay von Reggio in Form eines in ſeiner Lage ꝛc. mehr oder weniger wechſelnden Schattenſpiels, deſſen Theile die Luft- und Schattenbilder von Kirchen, Palläſten, Häuſern, Bäumen ꝛc. ſind; vergl. Minaſis in Gilbert's Ann. XII. 20. Caſtberg zufolge (a. a. O. XVII. 194) beſteht ſie aus Schattenbildern Reggios. Aehnliches ſah man auch zu Molfetta und an anderen Orten Italiens (a. a. O. XII. 1 und XI. 65, 456), ſo wie in Thüringen, England und Grönland (a. a. O. V. 375, IV. 129, 142, 145). Ueber die Mutata; ebendaſ. XII. 9, 11; über die Lavandaja XII. 11, 14. Neueren Nachrichten zufolge werden dieſe und alle ähnlichen Bilder an Beſtimmtheit der Umriſſe, Farbenglanz und Größe überboten durch jene Luftbilder, welche man gewahrt, wenn man, in denen der Erſcheinung günſtigen Zeiten von den Höhen Indiens hinabſteigt in die nächſtgelegenen, weit gedehnte Thalebenen. — Das arabiſche Wort Sirab ſcheint durch ſeine Verwandtſchaft mit dem Worte Saraph: brennen, auf die ſchon in den älteſten Zeiten bekannte richtigere Anſicht von der Natur des Phänomens hinzuweiſen, in ſofern es die großen heißen perſiſchen und indiſchen Sandwüſten ſind, welche es im großartigſten Style entwickeln; Morier's second

und Afrikas Sandebenen dem Auge Waſſer vor: als Einfaſſung des verkehrten Bildes nahe ſcheinender Dörfer. Der Grund der Erſcheinung iſt in der Regel gegeben in der ſehr ungleichen Erwärmung der Bodenflächen, in deren Folge die ſtark erhitzte, den Boden berührende Luftſchicht ſehr ausgedehnt iſt; bei hinreichender Windſtille vermag ſich dann dergleichen ſehr verdünnte Luft wegen der Trägheit (Beharrung; m. Experimentalphyſ. I. 2, 34, 92) der übrigen, über, unter oder neben ihr befindlichen kälteren und daher dichteren Luft, nicht ſogleich auf eine ihrer Dichte entſprechende Höhe zu heben. Unter dieſen Umſtänden werden dann auf- oder nebenwärts die Lichtſtralen hinreichend entfernter Gegenſtände dergeſtalt gebrochen,

---

Journey through Persia p. 82. Wenn Jeſaias (XXXV. 7) ſagt: der Sharab ſoll ein Teich werden, ſo heißt dieſes: nicht länger ſollen die Hoffnungen des lechzenden Wanderers in der Wüſte durch dieſen äffenden Schein von Waſſer getäuſcht werden; er ſoll wirkliches Waſſer dort antreffen. Friedenberg in Deſſen Journ. f. d. neueſten Land- und Seereiſen ꝛc. LVIII. 111. „Je nachdem man dem Sirab nahe oder ferne iſt, wechſelt er ſeine Farbe und giebt den Gegenſtänden die phantaſtiſcheſten Geſtalten; beſonders läßt er ſie viel größer erſcheinen, als ſie in der Wirklichkeit ſind, ſo daß ein Menſch in der Entfernung von 1½ engliſchen Meilen die Höhe eines Dattelbaums zu haben ſcheint. (Entſtanden ſo die Sagen von Rieſen. K.) Er hat vollkommene Aehnlichkeit mit einem See; daher die Bilder der Dichter und ihre Erzählungen von durſtigen und getäuſchten Reiſenden. Iſt man zu Pferde und nahe, ſo ſieht man die Bäume und andere Gegenſtände wie von einem See geſpiegelt. In der Entfernung von 6 — 6 engl. Meilen aber ſcheint er dicht am Boden zu liegen, und hat dann eine dunkle Oberfläche.“ A. a. O. Auch auf den nur geringen Umfang darbietenden Sandflächen auf der Inſel Uſedon in Pommern ſah ich zum Oefteren, nach heißen Sommertagen, bald nach Sonnenuntergang mäßig ferne Landgegenden wie im Waſſer ſchwimmen. Als Küſtenphänomen gewahrt man es auch nicht ſelten auf der Inſel Rügen; häufiger jedoch an den Küſten von Nordfrankreich und an jenen des Vorgebirgs der guten Hoffnung; Caſtberg bei Gilbert XVII. 196 und a. a. O. LXVI. 138. LVIII. 19.

daß ſie eine auf-, unter- oder nebenwärts gekrümmte Bogenlinie beſchreiben, deren entgegengeſetztes Ende in das Auge des Beobachters reicht. Nach Maaßgabe der verſchiedenen Fälle, ob man ſich in einer ſehr dünnen niederen Luft befindet, während der Gegenſtand in der dichteren Luftſchicht weilt, oder ob letzterer ebenfalls zunächſt von der ungewöhnlich verdünnten Luft umgeben iſt, oder in dieſer vorkommt, während der Beobachter dichtere Luft zur nächſten Umgebung hat (im letzteren Falle: ob man von oben herab, z. B. von nicht zu beträchtlichen Höhen zu den Gegenſtänden ſieht, oder nahe in derſelben horizontalen Lufſchicht mit ihnen weilt), oder: ob beide, Gegenſtand und Beobachter, in der dichteren Luft ſich befinden, während zwiſchen ihnen dünnere ſchwebt, ferner: ob die ungleich dichten Luftſchichten über oder nebeneinander folgen*), ob nur zwei der-

*) Seitwärts von dem Gegenſtande ſchwebende Luftbildſcheine (wo alſo die dünnere Luftſchicht längs einer vertical ſtehenden Fläche ſich befand) ſah Wrede an den Ringmauern Berlins; G's Ann. IX. 421. — Zur weiteren Erläuterung mögen nachſtehende hieher gehörige Folgerungen aus dem Geſetze der Lichtbrechung (oben S. 416) dienen: der Beobachter ſchaue von einer mäßigen Höhe (z. B. von einem Schiffe) zur Horizontalbegrenzung einer weit gedehnten Ebene, oder nahe ebenen Fläche (z. B. zu der des ruhigen Meeresſpiegels) hinab, während der Gegenſtand in der Nähe jener Begrenzung weilt; ſo werden deſſen Stralen beim Austritt aus der ſtärker brechenden (z. B. dichteren) Umgebung und Eintritt in die höhere, minder brechende (dünnere) Luft aufwärts gekrümmt, was Erhebung und damit Näherung des Bildes zur Folge hat, die, Falls der Gegenſtand ſelbſt unter dem Horizonte ſich befand, bis zu deſſen Sichtbarwerdung zn führen vermag; kommen hiebei nun übereinander mehrere Luftſchichten von ſehr ungleicher Verdünnung vor, ſo wird der Beobachter in verſchiedenen Höhen über dem Horizonte Vermehrfachungen der Bilder erhalten, und wechſeln dergleichen Schichten zwiſchenin mit dichteren (z. B. waſſergasärmeren), ſo werden die Bilder mannichfach verſchoben und verzerrt erſcheinen. Kommt es hiebei zu einer ſo ſtarken Stralenkrümmung, daß der Stral das Auge nicht erreicht in dem

dergleichen verſchieden gedehnte Luftſchichten gegeben erſcheinen, oder ob deren mehrere mit einander abwechſeln, beſtimmt ſich die Artung der Erſcheinung (vergl. a. a. O. II. 449). — Sonnen-, ſo wie Mond-Aufgang und Untergang gewähren Zeichen für die Erhebung oder Senkung *) der Gegenſtände; im erſteren Fall ſpiegelt ſich ein

höchſten Punkte ſeiner Erhaben-Krümmung (wie im vorigen Falle; wo daher das Bild in aufrechter Stellung geſehen wird), ſondern jenſeits deſſelben, d. h. wenn er ſchon bereits wieder herabbiegt, ſo wird das Bild nicht nur noch mehr erhoben werden, ſondern zugleich auch verkehrt erſcheinen müſſen. Erläuterung durch Verſuche von Wollaſton; vergl. G's Ann. XI. 15. u. m. Experimentalphyſ. a. a. O.) Iſt dagegen die den Gegenſtand umgebende Luft in ihrem Brechungsvermögen (z. B. durch Ausdehnung, mithin durch Verdünnung erzeugende Erhitzung) ſehr gemindert, während der Beobachter in mehrbrechender (dichterer) Luft ſteht, ſo erfolgt unterwärts gehende Lichtſtralen-Krümmung, und damit: Senkung des Bildes, die auch eintreten muß, wenn Gegenſtand und Auge in dichterer Luft weilen, zwiſchen ſich aber ruhige dünnere (z. B. ſtark erwärmte waſſergasreiche) Luft haben, wobei es dann im letztern Falle noch eher zur Bildumkehrung kommen wird, als im vorletzten; Gruber in G's Ann. III. 377. Woltmann ebendaſ. 397; Biot a. a. O. XVI. 237, 366. — Gelangen nun zugleich Stralen des zunächſt über dem Gegenſtande befindlichen Himmels, durch auſſergewöhnliche Brechung mit zum Auge (ſpiegelt ſich der Himmel des Gegenſtand unterwärts), ſo erlangen die Bilder das Anſehen: als ob ſie von ſtillen Gewäſſern umgeben wären, in denen ſich (zumal im obigen zweiten Falle) der Gegenſtand ſpiegelte. Steigt irgendwo viel brennbares (als ſolches ſeiner Leichtigkeit ohngeachtet das Licht ſtark brechendes) Gas neben ſtark erhitzter Luft auf, oder ſenken ſich in höheren Regionen dergleichen (z. B. vulkaniſch entwickelte) Gaſe über ſtark erhitzte Luft, ſo können ſie zu ähnlichen Lufterſcheinungen die Veranlaſſung bieten.

*) Die untergehende Sonne ſcheint wirklich in den Ocean zu tauchen; noch jenſeits ihrer Scheibe glaubt man eine unermeßliche Ferne zu erblicken. Oft ſammeln ſich dunkele Wolken um dieſelbe, deren Saum dann gold- oder ſilberfarben erglänzt, und durch deren Lücken lange Purpurgluth ſpendende Streifen geſehen werden.

Theil der Scheibe oberwärts; im letzteren (begleitet von Längenverzerrung) unterwärts. — Am häufigſten ſieht man Stralenkrümmungs-Luftbilder nach Sonnenuntergang, oder kurz vor Sonnenaufgang; faſt immer folgt darauf Wetteränderung. Zuweilen bieten die Ränder der Bilder Farbſäume (meiſtens rothe oder gelbe) dar, die der an dem Gegenſtande eintretenden Lichtbeugung ihr Entſtehen zu verdanken ſcheinen. Jenes Luftzittern, welches man an heißen Tagen nahe der Erde bemerkt, iſt die gewöhnlichſte Form der durch wechſelnde Luftſchichten von ungleichem Brechungsvermögen erzeugten Stralenkrümmung. — Höchſt auffallend werden die hieher gehörigen Phänomene, wenn ſich damit verknüpfen, neben zahlreichen Bildvervielfältigungen, die Phänomene der:

16) Dunſt- und Wolken-Spiegelung (Luftſpiegelung). Sowohl Nebel als Wolken ſpiegeln die Schatten der zwiſchen ihnen und dem leuchtenden Himmelskörper (gewöhnlich zwiſchen der dem Horizonte nahen Sonne; minder häufig des Mondes) befindlichen Gegenſtände (oben S. 473), ſondern auch die Bilder der vor ihnen hell erleuchteten Körper, wenn ihre dem Gegenſtande zugewendete Oberfläche durch gehörige Nebeneinanderſtellung und Annäherung ihrer Dunſtbläschen glatt und ihr Hintergrund (z. B. durch ſteile Höhen, an deren Steilwänden ſie aufgeſchichtet erſcheinen) dunkel genug iſt. Ein Beiſpiel einer ſehr auffallenden Spiegelung dieſer Art theilt Wagner mit, in ſeinen: Geſpentern (3ter Theil); vergl. auch: Oekon. Nachr. d. Geſellſch. in Schleſien. III. 125. Daß man auch manchmal in feuchten, dunſtreichen Zimmern, wenn darin hinſichtlich der Dunſtbläschen die Bedingungen der gleichförmigen Näherung ihrer Vorderflächen und der Dunkelung ihres Hintergrundes erfüllt ſind, ſein eigenes Bild ſieht, iſt bekannt.

17) Flimmerlicht. Sowohl die ſog. Sonnenſtäubchen, als auch jene kleinen, durch Kryſtalliſation einzelner Dunſtbläschen entſtandenen Eiskryſtalle, welche man bei

ſtrenger Kälte in der Luft wahrnimmt (oftmals zahlreich genug, um momentanes Blenden bewirken zu können) werfen ſowohl das unmittelbar einfallende, als auch das von den Wolken zurückgeworfene Licht zu Zeiten mit ſolcher Stärke zurück, daß es auffallend genug wird, um von der Luft ſagen zu können: ſie flimmre. (Ein Flimmern, verſchieden von jenem ſubjectiv bedingten, dem zufolge bei Schreck, Schauder, Schwindelnähe der, den es trifft, ſagen kann: es flimmert, oder es ſchwimmt mir vor den Augen.)

18) Brockengeſpenſt. Das verzerrte Bild der dem Brockennebel ſich gegenüber befindenden Perſon, entſtanden in Folge von Dunſtſpiegelung und Stralenkrümmung der von den Nebelbläschen aufgefangenen Lichtſtralen des Gegenſtandes. Vergl. Silberſchlag's Geogenie I. 39. Dieſem Phänomene ähnlich iſt

19) der ſog. gefärbte, d. i. farbenrandige Schatten, der vom Schattenſchimmer (oben S. 473) dadurch ſich unterſcheidet, daß Beugung des Randlichtes und dadurch bedingter Farbenſaum das Bild des Gegenſtandes auszeichnen. Bouguer und Condamine ſahen ſie häufig auf den Gebirgen Südamerika's, v. Gersdorf im Rieſengebirge. Sie fordern zum Entſtehen, daß Sonnenſtralen, ſchattender Körper, Beobachter und Schatten rückwerfende Wolke in einer Ebene gegeben erſcheinen. Sie ſind daher ihrem Entſtehen nach verwandt denen unter 19 und 18 erwähnten Photometeoren, dürfen aber nicht verwechſelt werden mit den farbigen Schatten (oben S. 421 u. ff.) da ihre Farben nicht der ganzen Fläche, ſondern nur dem Rande angehören, und nicht ſubjectiv ſcheinbar, ſondern gegenſtändlich wirklich beſtehen.

20) Kreuzlicht. a) höfeartiges; vergl. oben S. 464, 465; b) entoptiſches; oben S. 441 Anm.

1) Unter einer Breite von 48°32′ iſt nur am längſten Tage immerwährende Dämmerung; für jede höhere Breite tritt ſie ein, wenn die Declination vor dem längſten Tage 72° — Breite des Ortes iſt, und endet, wenn die Sonne dieſelbe Declination nach

dem längſten Tage hat. Für Göttingen fällt ſie vom 22. Mai bis 21. Juli.

Unter 50°	Breite	dauert ſie	vom	1. Juni	bis	12. Juli.
51	—	—	—	25. Mai	—	18. —
52	—	—	—	20. —	—	23. —
53	—	—	—	16. —	—	28. —
55	—	—	—	8. —	—	5. Auguſt.
57	—	—	—	1. —	—	12. —
60	—	—	—	21. April	—	21. —
65	—	—	—	7. —	—	5. September.
70	—	—	—	25. März	—	18. —
80	—	—	—	28. Febr.	—	14. October.
90	—	—	—	29. Jan.	—	13. November.

Unter den Polen dauert mithin die eigentliche Nacht nur 11 Wochen; vom 13. November bis zum 29. Januar; vergl. I.

2) Ueber bogenförmige Lichtſtreifen, d. h. Lichtbogen erzeugte durch Brechung, oder Beugung (und nicht zu verwechſeln mit denen, die nicht ungewöhnlich das Polarlicht zu begleiten pflegen, und mit dieſem von gleichen Urſachen abhängen dürften; ſ. w. u.) vergl. oben S. 464 Anm.

3) Ueber Kreuzlicht der Polargegenden, vergl. auch I. 36; über das in der Nacht vom 17. zum 18. Februar, Morgens 2 Uhr zu Erlangen geſehene höfeartige Kreuzlicht (ähnlich dem oben S. erwähnten) vergl. K. Arch. f. d. geſ. Naturl. X. 264; über ein muthmaaßlich durch wirkliche Luftſpiegelung, vielleicht auch durch entoptiſche Wirkung hervorgegangenes, in Frankreich im Anfange des Jahres 1827 wahrgenommenes Kreuzlicht ſ. a. a. O. 265 ff. Ueber einen höfeartigen Lichtbogen; ebendaſelbſt. Ueber das von Conſtantin d. Gr. den 7ten November des Jahres unſerer Zeitrechnung 302 zwiſchen der Donau und dem Rheine geſehene Kreuzlicht ſchreibt Euſebius ((in vita Constantini L. I. C. XXVIII.): horis diei meridianis, sole in occasum vergente, crucis tropaeum in caelo ex luce conflatum, soli superpositum, ipsis oculis se vidisse, adiuncte pictura, γραφη, indicante in hoc ipsi esse vincendum." Schon Joh. Alb. Fabricius erklärte das Phänomen für das Erzeugniß zweier ſich kreuzender Höfe, eines verticalen und eines horizontalen; wenn es auch nicht unter dieſer Bedingung entſtand, ſo dürfte doch wohl ſo viel als gewiß zu betrachten ſeyn, daß es in ziemlich hoher Luft, vor der Sonnenſcheibe (als „Crux in sole visa") unter Umſtänden erſchien, ähnlich jenen, welche erfordert werden, das weiße Kreuz vor dem Monde zur Sichtbarkeit zu bringen (oben S. 463 ff. Anm.). Vergl. Exerc. crit. de Cruce a Constantino magno visa in Biblioth. Graec. Vol. VI. p. 8.

§. 246.

Elektrometeore; vergl. I. 33.

22) Gewitter (Tempestas fulminea), ſich als ſolches entſchieden kenntlich machend: durch den Blitz (Fulmen) und Donner (Tonitru); von denen der erſtere ſich verhält, keineswegs wie entflammtes brennbares Gas (brennende ölige Dünſte), wie man ſonſt wähnte, ſondern wie ein elektriſcher Funke von großer Intenſität, der entweder von Wolke zu Wolke im Zickzack über, oder von der Wolke geradlinig zur Erde einſchlägt, und der theils nach der Art der Elektricität (ob + E oder — E), theils nach der Dichte der Luft (mithin nach Maaßgabe der Höhe der ſich entladenden Wolke), theils in Folge ihrer übrigen Beſchaffenheit, weiß, röthlich-weiß oder purpurn- und bläulich-weiß erſcheint, unter mehreren den beſten Leiteen auf dem kürzeſten Wolge folgt (Blitzableiter; Hagelableiter *) beim Luftdurchzucken etwas unvollkommene

*) Zur Darſtellung guter Blitzableiter wird erfordert: 1) Möglich beſte Leitung aller zur Führung des Blitzes beſtimmten Theile; der vorzüglichſte metalliſche Leiter iſt das reine Kupfer. Unter den käuflichen Kupfern das japaniſche, dem das ruſſiſche und deutſche folgen; letzteres ſinkt um ſo mehr in ſeinem Leitungswerth herab, je mehr es Eiſen enthält. Die Leitungsreihe und Leitungsgüte der Metalle iſt, mit dem beſtleitenden beginnend, nach Becquerel (Ann. de Chim. et Phys. XXXII. 420) folgende: Kupfer (Leitungsgüte gleich:) 100 Gold 93, 6 Silber 73, 6 Zink 28, 5 Zink 25, 5 Platin 16, 4 Eiſen 15, 8 Bley 8, 3 Merkur (Queckſilber) 3,45 Kalium 1,33. Oxydirte (geroſtete) Metalle leiten nur, in ſofern ſie feucht ſind, und dann nicht beſſer als Brunnenwaſſer, d. i. gegen 20000 mal ſchlechter als Merkur. Firniß (z. B. guter fetter Bernſteinfirniß) ſchützt das leitende Metall gegen Oxydation (Roſtung), ohne ſeine Anziehung zum Blitze merklich zu ſchwächen. Die Metalle ſelbſt (unter allen Körpern, nebſt Nerven und Muskeln lebender Thiere und Menſchen die beſten Elektricitätsleiter) leiten nach H. Davy in runder (cylindriſcher) Form eben ſo gut, als in platt gepreßter, obgleich ſie im letzteren Zuſtande mehr Oberfläche darbieten; woraus

Salpeterſäure (oxydirtes Salpetergas, d. i. drittes Azotoxyd)

---

folgt: daß ihre Leitungsgüte nicht der Oberfläche, ſondern der Maſſe proportional iſt. Gutes (möglichſt blei- und eiſenfreies; z. B. Nürnberger) Meſſing leitet faſt ſo gut als Silber, ſchlechtes, zumal bleireiches, nicht viel beſſer als Platin). Den Metallen zunächſt an Leitungsfähigkeit ſteht die feſte, gut ausgeglühte Kohle; Kohlenpulver leitet (vermöge eingeſogener Luft) beträchtlich ſchlechter. Da nun die Kohle dort, wo ſie als Ueberzug vorhanden iſt, zugleich gegen Luftandrang, und dadurch gegen Roſtung ſchützt, ſo iſt es zweckmäßig, die Ableitung (eine acht bis zehn Schuh lange Eiſen- oder beſſer Kupferſtange, auf jeder Seite verſehen mit drei vier Fuß langen, mäßig ſpitzwinklig, dem vorderen, vom Gebäude abgewendeten Mittelſtangenende zugeneigten Verbreitungsſtangen) unmittelbar nach der ſchwachen Befirnißung mit ganz friſch bereitetem, kurz zuvor wohl ausgeglühtem Kohlenpulver gänzlich zu beſtäuben, ehe man ſie 3 — 4 Fuß tief, zwiſchen Kohlenpulver in die Erde legt. Da die über den höchſten Theil des Gebäudes hervorragende, am beſten lanzenförmige, hinreichend ſtarke, am oberen Ende nicht mit dem ſchlecht leitenden Platin belegte, ſondern am zweckmäßigſten im Feuer vergoldete, und ſo zugleich gegen Roſtung auf's vollkommenſte geſchützte Auffang- oder Zuleitungsſtange dazu beſtimmt iſt: nicht den Blitz anzuziehen, obgleich dieſes im geringen Maaße allerdings ſtatt finden und von Seiten der Spitzen (vermöge ihrer ſog. Einſaugung; m. Experimentalphyſ. I. 468, 471) eher eintreten muß, als von abgeſtumpften Auffangleitern — wenn gleich deren Oberfläche gegen den Blitz ſtets in einem Verhältniß ſtehen dürfte, daß ſie nicht viel abweichen läßt von der Spitzenwirkung, — denn der Blitz ſchlägt ein: weil er zur Erde gezogen wird; ſondern nur ihm: vom höchſten Punkte des Gebäudes aus (vom höchſten: damit er zu tiefer liegenden Leitern deſſelben nicht hinabſpringe) den Weg vorzuzeichnen, den er nehmen ſoll, wenn er einſchlägt. 2) Damit jedoch der Blitz hiebei nicht abſpringe, muß die 3 — 4 Fuß über dem Forſt des Daches hinausragende, ſenkrechte ſtehende, der erforderlichen Unbiegſamkeit wegen am beſten $\frac{3}{4}$ Zoll dicke Eiſen- oder 1 Zoll dicke Kupfer-Stange nur aus einem einzigen Stabe beſtehen, und jede Seitenſtange (daher jede Kreuzung der Stange) vermieden werden. Ihr unteres Ende ſteht mit einer oberhalb des Forſtes horizontal fortlaufenden Metallleitung in unmittelbarer und höchſt genauer Verbindung, und ſie ſelbſt, wie dieſe Horizontalleitung, und wie alle Behufs der Herableitung in die Mauern oder in das Holz des

erzeugt und daher beim Einſchlagen den (fälſchlich ſogenann-

Gebäudes zu treibenden Klammern, Haken u. d. gl. müſſen entweder wie gewöhnlich mittelſt gutem Mörtel (oder, mit Hülfe von Tuch- oder Wergumwickelung, die man vor dem Eintreiben in geſchmolzenes Pech taucht) gehörig befeſtigt werden. 3) Da die Elektricität ſtets den kürzeſten Weg verfolgt, um zum Leiter von größerer Faſſungsfähigkeit zu gelangen (die größte Elektricitätscapacität hat die, hier als unendlich groß zu ſetzende Maſſe des inneren Erdbodens ſelbſt), ſo müſſen ſämmtliche Leitungen, die den Blitz von den höchſten Stellen des Gebäudes zur Erde zu führen beſtimmt ſind, ſo gerade wie möglich und von der Dachrinne aus durchaus ſenkrecht zur Bodenleitung herabreichen. Dieſe Mitteleitungen (zwiſchen Auffang- und Bodenleitungs-Stange) beſtehen, wie die horizontale Forſtleitung, entweder aus $\frac{3}{4}$ Zoll dicken, gefirnißten Eiſenſtangen (deren Roſtſtellen, wenn ſie ſich zeigen, durch Reiben mit gefeuchtetem Glaspulver hinwegzuſchaffen und wieder neu zu befirnißen ſind), oder, größer Biegſamkeit, dichterer Verbindbarkeit, minderer Laſtung und beſſerer Leitung wegen aus eben ſo viel Maſſe darbietenden Meſſingſchnüren, die möglichſt enggeflochten worden, damit der herabfahrende Blitz nicht die zwiſchen befindliche Luft ausdehne und dadurch (wie es bei einer fehlerhaften Leitung in Roßſtall der Fall gewesen war; was v. Yelin überſah, obgleich ich in meinem Berichte auf dieſen Umſtand beſonders aufmerkſam machte und die nöthigen Belege beifügte; vergl. v. Y's über die Blitzableiter aus Meſſingſtücken. Zweite verm. Aufl. München 1824. 8.) das Seil dort auseinander- und zerſprenge, wo das Meſſing am weiteſten von einander abſtand, oder auch: wo es am meiſten bleiiſch iſt (wie ich ſolches an dem Salzburger Meſſing der Leitung zu Roßſtall fand). Die Einzeldräthe dieſer Schnüre müſſen ſo dick ſeyn, wie es die leichte Biegung irgend zuläßt; zu dicke Dräthe ſind inwendig nicht ſelten riſſig. Die gehörige Dicke der Einzeldräthe dürfte bei $\frac{1}{2}$ Linie Queerdurchmeſſer, und die des ganzen Drathſeiles erreicht ſeyn, wenn 9 Längen-Fuß deſſelben 1 bürgl. Pfund (16 Unzen) wiegen. 4) Alles Auſſenmetall des Gebäudes muß mit den abwärtslaufenden Schnüren oder Stangen in kurzwegigſter genaueſter Verbindung ſtehen; bei dem Erlanger Univerſitäts-Gebäude, ſowie bei dem dortigen Clinicum habe ich dieſes dadurch erreicht, daß ich die Gebäude faſt ebenſo armirte, wie es Morgan (Lectures Vol. II. 297 und Singer's Elemente d. Elektricität und Elektrochemie. A. d. Engliſchen von Müller. Breslau 1819. 8. S. 147) für jedes Wohngebäude ausgeführt wiſſen will. Es verbindet nämlich die metallene

ten Schwefel-) Geruch dieſer Verbindung verbreiten macht

Dach-Regenrinne oben ſämmtliche Leitungsſchnüre, während daſſelbe unten, in der Gegend wo die von hölzernen Käſten umgebenen Ableitungsſtangen anfangen, durch eiuen horizontal laufenden eiſernen Ring erreicht iſt. Die ſenkrecht ſtehenden metallenen Regenröhren ſind ebenfalls mit in die Geſammtverbindung gezogen: als Vertreter ſenkrechter Schnüre, deren ſo viel weniger angebracht wurden, als dergleichen Röhren zugegen waren. 5) Pulvermagazine verſieht man nicht unmittelbar mit Blitzableitern, ſondern errichtet dieſe vielmehr in kleiner Entfernung von ihnen in Form 10 — 12 rheiniſche Fuß über dem Magazine hinaufragender ſtarker Metallſtangen, die das Magazin umſtellen und deren jeder einzelne weiter unten von 3 ſpitzwinklig gegenſtehenden Eiſenſtangen gehalten wird. 6) Da die Kohle zu den beſſeren Elektricitätsleitern gehört, Ruß aber harzige Kohle iſt, ſo kommt es, daß der Blitz, wenn er einſchlägt, am häufigſten in den Schornſtein (Eſſe; Kamin) herabfährt; man ſichert letzteren hingegen dadurch, daß man die Auffangſtange hart an der äuſſern Mündung des Schornſteins aufſteigen läßt, Falls dieſer aus dem Forſte des Gebäudes hervorragt, während Rand und Baſis dieſes ausmündenden Schornſteintheils durch eiſerne Ringe mit der Stange in leitender Verbindung ſtehen. Fernt der Schornſtein weiter abwärts vom Dachforſte, ſo müſſen dergleichen Ringe durch Seitenſtangen mit der Forſt- und unteren Dachleitung (Regenrinne) in metallene Verbindung gebracht werden. — Für Schiffe würden ſenkrecht neben dem Maſt herablaufende Stangen dienen, die unten auf dem kürzeſten Wege über dem Verdecke weg an der Auſſenfläche des Schiffes ins Waſſer, oder, wenn das Schiff mit Kupfer beſchlagen iſt, zu dieſem Beſchlage hinabreichen. — Bei Kirchenthürmen benutzt man die metallene Windfahnenſtange (Helmſtange) als Auffangſtange; bei Kirchenuhren leitet man zu beiden Seiten, in gehöriger (wo möglich $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß weiter) Entfernung die ſenkrechten Schnüre oder Stangen abwärts. Eines der 3 — 4 Leitungsſchnüre oder Stangen wird dabei ſo geführt, daß es mit ſeinem unteren Ende die Horizontalleitung des Dachforſtes erreicht. (Auch bei dem längſten Dachforſte dürften drei Auffangſtangen hinreichen, in d. Mitte u. an jedem Forſtende eine; bei Kirchendächern die mit der Thurmleitung verbunden ſind, iſt nur eine nöthig. Nur wo mehrere Schornſteine über den Forſt hinausragen, werden mehrere Auffangſtangen nöthig. 7) Die Ableitung muß im Boden entweder Grundwaſſer (feucht bleibende Erde) erreichen, oder wo die Beſchaffenheit des Bodens ſolches verſagt, müſſen ſtarke Lagen von Kohlenpulver und tiefer einwärts in den Boden getriebene,

und der zündend wirkt (als ſog. heißer Schlag ſich

---

an der ganzen Oberfläche verkohlte hölzerne Stangen die mangelhafte Leitungsgüte des Bodens verbeſſern. — 7) Keller ſchützen nicht gegen den Blitz, am wenigſten gegen den von unten herauf erfolgenden Entladungsſchlag. Befindet man ſich zur Zeit eines Gewitters im Hauſe, ſo meide man die Nähe der Schornſteine (daher die Küchen ꝛc.) und der mit Metall verſehenen Fenſter; iſt man im Freien, ſo halte man ſich wenigſtens 20 Schritt weit entfernt von Bäumen, Gebäuden und Waſſermaſſen. — In den Küchen laſſe man das Feuer ausgehen, weil der Rauch Rußtheile enthält, die allerdings den Blitz zur Eſſe hinzuleiten vermögen. 8) Die Behauptung, daß magnetiſches Eiſen beſſer leite als unmagnetiſches (jeder Blitzſtral der Eiſen trifft, magnetiſirt es), ſowie die entgegenſetzte, bedarf noch der Beſtätigung; vergl. Fiſcher's u. A. III. 422 K's Arch. XV. 178. Ebenſo jene von Van Mons: daß der Gewitterbildungsproceß geſtört werde, durch in großer Menge gegebene Blitzableiter; a. a. O. X. 496. XI. 460. — Bei Errichtung der Blitzableiter hat man, auſſer der vollſtändigſten Leitung des ganzen, in die Erde hinabreichenden Apparats und Sicherung ſeiner Leitungsgüte, auf hinreichende Blitz-Faſſungsfähigkeit und Verbindung jeder größeren Metallmaſſe des Gebäudes mit demſelben zu achten; denn unterläßt man das erſtere, ſo werden auch ſchon mäßigſtarke Blitze vom Ableiter entweder abſpringen, oder ihn ſchmelzen, und umgeht man die letztere Bedingung, ſo läuft man Gefahr: daß die durch Vertheilung elektriſirte (ſ. w. u.), iſolirte Metallmaſſe den Blitz zum Herüberſchlagen zwingt. Iſt das Gewitter von häufigem Regen begleitet, ſo läuft dieſer zwar als ſchlechter, aber doch als höherer Ableiter; indeß zünden derzeitige Blitze ſchon darum in der Regel nicht: indem die Näſſe des Daches zum Mindeſten eben ſo gut ableitend wirkt, als z. B. Strohſeile zu wirken vermöchten, wenn ſie auch im beſten Zuſtande wären. Charles Verſuchen zufolge erſtreckt ſich die Wirkung einer Auffangſtange auf einen Umkreis, deſſen Halbmeſſer gleich iſt: der doppelten Höhe der Stange. — Vergl. auch Raimarus Vorſch. zur Anleg. e. Blitzabl. ꝛc. Hamburg 1778. 8. u. Gilb. Ann. IX. 467 ff. XXXVI. 114 f. Anweiſ. zur Erricht. d. Blitzabl. in Frankreich (verfaßt von Mitgl. d. Pariſer Akad. d. Wiſſ.) P's Ann. I. 403 u. ff. — Ueber Unbrauchbarkeit der Strohſeile; Müller in G's Ann. LXVIII. 216, 218. — Da die Hagelwolken Gewitterwolken ſind, glaubte Lapoſtolle Fruchtfelder gegen Hagelſchaden ſchützen zu können, durch verviel-

geltend macht) ſofern er an der von Luft umfloſſenen Auſſenfläche brennbarer Subſtanzen (zumal Holz) Gelegenheit findet, ſich mit dem entgegengeſetzten E der Erde (z. B., wie gewöhnlich: als + E der Wolke mit dem — E der Erde; ſeltener als — Wolken-E mit + Erd-E) zum *Entladungsfunken* zu vereinigen, der hingegen als *kalter Schlag* nur *mechaniſche Zertrümmerung* (Zerreißen, Zerſpalten ꝛc.) herbeiführt, indem er als *einfacher* (nur + E-werthiger, oder nur — E-werthiger) Funke zur nicht entgegengeſetzt geladenen, ſondern nur ſchlechthin *leitenden*

---

fachte Entladung der (gewöhnlich ſehr niederen) Hagelwolken mittelſt Blitzableitern. Er wählte zu letzteren hohe Holzſtangen, oben verſehen mit einer metallenen Auffangſpitze, unten mit oder ohne metallene Ableitung, und zwiſchen beiden mit *Strohſeilen*. Dieſe *zerſtreuen* nämlich, in Folge des in ihnen vorhandenen wenigen (ſie zwar nicht näſſenden, aber doch über ihre geſammten Innen- und Auſſenflächen verbreiteten) Waſſers, *leitend* die größten Mengen künſtlich angeſammelten E's in kurzer Zeit, bis zur Unmerklichkeit. Erwägt man nun, daß keine Gewitterwolke auf einmal, ſondern jede nur nach und nach ihre volle Ladung erhält (weshalb auch Einige gar kein meßbares E innerhalb derſelben gefunden haben wollten; wahrſcheinlich, weil ſie beim Beginnen des Ladungsvorganges die Wolke unterſuchten; oben S. 382), ſo iſt es wenigſtens nicht ungereimt: von *hinreichend hohen* und gehörig zahlreichen Hagelableitern Wirkung zu erwarten; ob aber die erwünſchte? iſt eine andere Frage, die, wenn *Volta's* Anſicht von der Entſtehung des Hagels die richtige iſt (ſ. w. u.) verneinend beantwortet werden muß. Vergl. über Blitz- und Hagelableiter aus Stroh-Seilen. Von *Lapoſtolle* ꝛc. A. d. Franz. *Weimar* 1821. 8. und K's Arch. V. 211, 361. Da nämlich das Bilden der Hagelwolke, nach Volta in ſehr beträchtlichen Höhen vor ſich geht, und nur die fertige Hagelwolke ſich tiefer ſenkt, ſo können auch die beſten Blitzableiter den Bildungsproceß nicht verhüten, wohl aber — in großer Menge angewandte — zur Entladung der Wolke in der Gegend des Ableiters beitragen. Strohſeile würden übrigens auch dieſen Dienſt nicht zu leiſten vermögen, da ſie kurz vor dem Gewitter in der Regel ſehr trocken und dadurch *ſchlecht leitend* werden, und da auſſerdem ihre Zerſtörbarkeit ihnen entgegen ſteht.

Erdfläche herabſtürzt, oder, beim Rückſchlage*) von dieſer zur Wolke hinauf ſchlägt, und im erſten dieſer drei Fälle ſtets (durch urplötzlich enſtehendes und wechſelndes Auseinander- und Zuſammenſtürzen der Luft) heftigen Central-Luftwellenſchlag, d. i. Donner (Urdonner) zur unmittelbaren Folge hat, in den beiden letzteren Fällen zwar auch Urdonner erzeugen kann, jedoch auch minder geräuſchvoll ſeine Bahn zu verfolgen vermag; z. B. wenn zwiſchen Gewitterwolke und ableitender Erdfläche ſehr hoch und ſehr weit gedehnte Schleierwolken getrieben werden (wohin jene Art des Wetterleuchtens gehört, welche nicht von hörbarem Donner begleitet iſt). Wiederholtes Ueberſchlagen des Blitzes von einer geladenen Wolke zu der unmittelbar zuvor entladenen Wolke erzeuget das Nachrollen des Donners „in der Gewitterregion" (Nachdonner), das, ſofern es nicht durch den Entladungsfunken, ſondern nur durch den Ableitungsſchlag bewirkt wird, in dieſem Falle ſchwächer iſt, als der Entladungsſchlag ſelbſt, deſſen Schall aber auf der Erdoberfläche durch Rückprallen des Schalles (z. B. von Felswänden langer und hoch umgränzter Gebirgsthäler) örtlich einer mehr oder weniger weit reichenden Vervielfältigung fähig erſcheint**). — „Die Gewitterwolken ſelbſt***), die ſich in

---

*) Da relativ iſolirte Blitzableiter dadurch wirken: daß ſie, von Seiten der Wolke durch Vertheilung (durch Erregung des dem E der Wolke entgegengeſetzten E, wobei das ihm gleichnamige zur Erde abgeführt wird) elektriſirt erſcheinen, ſo müſſen ſie vollkommen mit der Erde verbunden ſeyn, wenn nicht ein Rückſchlag erfolgen ſoll; d. h. wenn nicht ein Blitz aus der Erde zur Auffangſtange fahren ſoll; m. Experimentalphyſ. II. 512.

**) Es iſt dieſes Rollen Folge der Echo; m. Experimentalphyſik II. 369. Vgl. oben S. 413 Anm., jedoch auch weiter unten S. 496.

***) Ueber das Entſtehen und Verhalten der Gewitterwolken vergl. zunächſt oben S. 380 — 393, dann aber auch S. 320, 410 ff. Zu den Bedingungen der Gewitterwolken-Bildung gehören: a) der bei der Wolkenbildung überhaupt eintretende Zu-

der Regel durch ihre Dunkelheit und eigenthümliche (bei

ſtandswechſel; vergl. oben S. 218 und 238 — 309; 236; 226 — 228; 382 ff.; b) Eintauchen der ſich ſenkenden, ſo wie der anſteigenden Wolken in die beſtändige elektriſche Atmosphäre der Erde; vergl. oben S. 27 ff. mit S. 24 und 26 — 34 ff. und 226; c) Gegenbewegung der Luft; wo beim Aufſchnellen heißer Luft von den Seiten her kalte Luft in ſchiefer Richtung herzuſtürzt (alſo auch: wo nördliche Winde unterwärts einwehen, während ſüdliche oberwärts abfließen; vergl. oben S. 273) erfolgt nicht nur Wolkenbildung, ſondern auch ſtarke Elektriſirung der ſolche Wolken umgebenden Luft, und damit Verſtärkung der Wolkenelektricität; oben S. 317 und 319; d) Erregung des entgegengeſetzten E durch gegebenes E, und zwar ſowohl von Seiten der elektriſirten Wolke zur nicht geladenen, als auch der erſteren zur Erdgegenfläche und dieſer, Falls ſie von unten her, wenn auch nur für kurze Dauern einzelortig elektriſirt wurde zur nicht elektriſirten Wolke; (z. B. bei Erdbeben; bei vulkaniſchen Ausbrüchen; vgl. I. 69 u. 56.) Hieraus ſcheint der Zuſammenhang mancher Erdbeben mit Barometerſchwankungen an Erklärbarkeit zu gewinnen; oben S. 309 Anm. und §. 231 S. 357 und §. 240 S. 382; e) Erregung des elektriſchen Gegenſatzes (nebſt Bildung elektriſcher Atmosphären; S. 320 Anm.) unter Bindung des einen oder des anderen E und Freilaſſung des Gegen-E durch Adhäſions- und Miſchungs-Wechſelwirkung ſich an- und durch-einander bewegender ungleichartiger Luftſchichten, ſo wie verſchieden gearteter Wolken; oben a. a. O. u. S. 96 — 97; f) vielleicht auch: Elektriſirung der Wolken durch einſeitige Beleuchtung; ich hoffe für die Folge Zeit zu gewinnen, ein Paar hieher gehörige unvollkommene Verſuche zu vervollſtändigen und bis zur Entſcheidung zu erweitern; jede erregende Wirkung der Wolke, z. B. die auf den Blitzableiter, fordert übrigens Zeit; Gewitterwolken, die ſchnell vorübereilen, ſind darum weniger gefährlich; g) Iſolation der zwiſchen den Gewitterwolken unter ſich, ſo wie zwiſchen dieſen und der Erde befindlichen Luft. Man kann dieſer Bedingung nicht entgegenſetzen: daß manche Gewitter ja gerade dann erſt heftigſte, nicht ſelten Schlag auf Schlag folgende Entladungen darbieten, wenn ſie ſchon angefangen haben Regen zu entlaſſen; denn, abgeſehen davon, daß in der Regel die Stärke des Blitzes (wie des Donners) am größten iſt vor dem Regen (Hagel oder Schnee), ſo iſt höchſt wahrſcheinlich überhaupt, wenn nicht in allen, doch in den meiſten Fällen: die gegen-

Hagelwolken *) ins Röthlichgraue ſpielende) Schwärze von den gewöhnlichen Regenwolken auszeichnen, ziehen meiſtens tiefer als dieſe; theils weil ſie dichter ſind, theils weil ſie der Anziehung der Erde mehr oder weniger unterliegen. Wahrſcheinlich erheben ſie ſich nicht leicht über die Schneegrenze **). Warum übrigens die Gewitterwolken, ſelbſt wenn ſie zu regnen anfangen, und die Gipfel der angrenzenden Höhen berühren nicht ſogleich ihrer Elektricität beraubt werden, erklärt ſich aus der ſchlechten Elektricitätsleitung ſowohl des gaſigen Inhalts, als der Zwiſchenluft ihrer Dunſtbläschen; ſie verhalten ſich in dieſer Hinſicht ähnlich einem geladenen Elektrophor ***), dem man auch lange Zeit hindurch nacheinander ſein E funkenweiſe entziehen kann, und der auch erſt durch mehrmaliges Funken-Entlocken entladen wird. Vergl. Mayer's a. a. O. 865 ff. §. 220—226 †). Gay-Luſſac zufolge erreicht der Blitz darum eine nicht ſelten $\frac{1}{3}$ Stunde Wegs betragende Länge, weil jene Höhenluft,

---

ſeitige Elektricitäts-Entladung zweier durch iſolirende Luft getrennter, meiſtens über-, ſelten neben einander befindlicher Einzelwolken das Bedingende des wäßrigen Niederſchlags. — Ueber Gewitterwinde und Orkane als Folgen des Gewitters; oben S. 380 und 298. Ueber Verhalten des Barometers beim Gewitter; oben S. 299.

*) Ueber Hagel; oben S. 182, 211 und über angebliche Nichtleitung des Rauches S. 321.

**) Vergl. hiemit oben S. 27 und 228.

***) Vergl. m. Experimentalphyſ. I. 495.

†) Jede zwei Wolken die durch gegegenſeitige Elektricitätsentladung nicht gänzlich zerſtört werden, erliegen aufs Neue der Ladung, zumal, wenn ſie ſich hebend wieder in die allgemeine elektriſche Atmosphäre (oben S. 27) tauchen, überhaupt aber; wenn für ſie die Entſtehungsbedingungen des Gewitters zu wirken fortfahren. Daß dadurch der gänzliche Entladungsproceß, alſo das Gewitter ſelbſt, nicht nur ſehr verzögert, ſondern auch zur örtlichen Wiederkehr und Erneuerung gebracht werden kann, folgt ſchon aus dem oben S. 236, 384—389 Bemerkten.

welche die Wolke umgiebt ſehr verdünnt iſt, und mithin wenig verdichtend auf den elektriſchen Funken zu wirken vermag (deſſen Intenſität daher auch im mit ſeiner Länge im umgekehrten Verhältniß ſteht) K's Arch. VI. 477 ff. Gewitterwolken werden häufig mit einer Geſchwindigkeit fortgetrieben, welche 8 — 12 Meilen beträgt, und zwar nach einer Richtung, die gar oft entgegengeſetzt derjenigen iſt, in welcher der untere Wind weht. Näheren ſich zwei ungleich hohe Gewitterwolken bis zur ſenkrechten Gegenſtellung, ſo iſt die Geſchwindigkeit derſelben nicht ſelten das Doppelte von der zuvor bemerkten. Einzelne Schleierwolkentheile anziehend, verdichten ſie dieſelben zu flockigen Nebelmaſſen, die dann ihrer Seits ebenfalls zur Verdunkelung des Himmels beitragen. Dieſen Umfangvergrößerungen folgen nach allen Seiten hin wehende und den Wolken folgende Stürme und nun erſt treten (in der Regel) die von der Erde aus ſichtbaren Blitzentladungen ein, die bei jedem Schlage mit mehr oder weniger beträchtlichen Wolkenbewegungen verknüpft ſind; ihnen folgen die Regengüſſe (oder die Hagelſtürze) und mit dieſen mindert ſich die Heftigkeit des Gewitters; ſey es, indem die blitzende Wolke erleichtert neuem Gegenzuge folgend fortſchnellt, oder daß ſie gänzlich ihres Waſſers entlaſtet und ſomit vollkommen zernichtet hellen Himmel hinterläßt, oder, empor ſchwebend in den größeren Höhen ſich über den ganzen Himmel, dieſen trübend, verbreitet. — Blitz, der einſchlägt erzeugt Praſſeln und Knall, jener, welcher von Wolke zu Wolke überſchlägt: Donner-Rollen, in deſſen unmittelbarer Folge (Bellani's Beobachtungen gemäß) die ganze empfangende Wolke vom Blitze, in Form eines weit verbreiteten Lichtſchimmers matt beleuchtet wird. Sehr ferne Gewitter verrathen ihr Daſeyn blitzend nur dem Auge, nicht dem Gehör; weil ihr Donner bis zur Unhörbarkeit verhallt iſt. Noch mehr iſt dieſes der Fall, wenn man nicht den Blitz ſelbſt, ſondern nur ſein von den Wolken geſpiegeltes Bild ſieht; dergleichen re-

flectirte Blitze gehören Gewittern an, die unter dem Horizonte weilen, und dieſe hauptſächlich bilden das Wetterleuchten. Gewöhnlich erfolgen die Gewitter nur an windſtillen Tagen und hauptſächlich in der warmen Jahreszeit, nach Volta, 1) weil dann die Waſſerverdampfung und damit die Aufwärtsführung der Dunſtelektricität am größten iſt; 2) weil die im Sommer ſehr hoch ſchwebenden Wolken ihre Elektricität der Erde, entſprechend der gewonnenen Höhe, am wenigſten mitzutheilen vermögen; 3) weil die Nächte — als die Zeiten der größten Luftfeuchte und damit der beſten Herſtellung der Ueberſtrömung des E von der Wolke zur Erde — dann am kürzeſten ſind, und 4) weil die Sonnenſtralen durch Wolkenwärmung dann am meiſten Wolkenwaſſer zur Verdunſtung und damit E zur Anhäufung bringen. Je höher die mittlere Temp. des Orts, gewöhnlich um ſo häufiger erfolgen für ihn Gewitter. Von SW. kommen gewöhnlich die meiſten Gewitter. Der Juli pflegt für unſere Breiten am gewitterreichſten zu ſeyn. Südwinde bringen manchmal Wintergewitter; ſ. oben S. 281. Zu den merkwürdigeren Wirkungen des Blitzes gehören unter andern die Erzeugung der Blitzröhren*) und der Hexenringe**).

*) Ueber Blitzröhren (Fulgurite) entdeckt durch Hentzen in der Senne bei Paderborn, auſſerdem vorkommend in Preußen bei Halle, zu Rhein im Münſterſchen, bei Dresden in Schleſien, Oſtpreußen, England, Ungarn, Braſilien ꝛc., d. h. Erzeugniſſe der Sandſchichten hindurch dem beſſeren Leiter folgenden und dadurch röhrenförmige Schmelzungen bewirkenden Blitzes (wie man Aehnliches im Kleinen mit künſtlichen elektriſchen Funken hat hervorgehen machen) vergl. R. Brandes und Echterling bei K. IX. 295 u. ff. Desgl. Blumenbach in v. Moll's Ann. III. 2. 297.

**) Hexenringe nennt man vom Blitze in Form größerer oder kleinerer, meiſt kreisrunder Scheiben, oder auch nur einzelner Kreiſe verſengte Grasplätze; vergl. Jeſſop in den Philos. Transact. X. Num. 117. p. 294. Dieſelbe Benennung ertheilt man auch wohl den Heiligſcheinen; oben S. 473. Sie können jedoch auch ohne Blitz entſtehen; G's Ann. XLX. 351.

Je größer die Stärke der elektriſchen Spannung zwiſchen Oberluft und Erde und je ſchneller in der erſteren nicht nur Waſſergas zu Dunſtbläschen und Wolken verdichtet wird, ſondern letztere auch bis zur Tropfenbildung entwärmt werden, um ſo raſcher folgen einander die Blitze. Je größer die Zeitdauer zwiſchen Blitz und Donner, um ſo mehr fernt noch das Gewitter; beträgt hingegen dieſe Zwiſchenzeit (die man gewöhnlich nach Pulsſchlägen zählt) nur wenige Secunden, ſo iſt es, dem Beobachter ſehr nahe; um wie viel? läßt ſich beiläufig aus dem Geſetze der Schallfortpflanzung in der Luft, mit Rückſicht auf die Mit- oder Gegenwirkung des Windes beſtimmen*). Genauigkeit iſt jedoch bei dergleichen Beſtimmungen ſchon darum nicht zu erreichen, weil wir häufiger das Nachrollen und tieftonige Erſtrollen**) des Donners, als deſſen Beginnen hören, und weil

---

*) Nach v. Moll's Verſuchen pflanzt ſich der Schall bei 0° C., in ganz trockner atmosphäriſcher Luft, in einer Secunde durch (10222 pariſ. Fuß (332,05 Meter) Längenraum fort, gleichviel, ob er dabei nach oben oder nach unten verbreitet wird. Eben ſo verhält ſich die Geſchwindigkeit des reflectirten Schalles. Wind beſchleunigt ihn, wenn er mit ihm weht, wahrſcheinlich um ſeine eigene Geſchwindigkeit, verzögert ihn hingegen vermuthlich um eben ſo viel, wenn er ihm entgegen weht. In feuchter Luft (alſo beim Gewitter: wenn es bereits regnet) iſt Goldingham's Verſuchen zufolge, die Schallgeſchwindigkeit größer, als in trockner. Noch mehr beſchleunigt ihn die Temperaturerhöhung; nämlich für jeden Grad R. um 1,926 Fuß. — Höhe oder Tiefe des Tons üben hingegen keinen Einfluß auf Fortpflanzungs-Schnelle.

**) Den tieferen Ton des nachrollenden Donners leitet man vom Mitbeben der durch den Donner erſchütterten Erde ab; weshalb man auf dem Meere und auf hohen Bergen dergleichen tonvertiefendes Donner-Erneuen gemeinhin nicht wahrnehme? So viel ich mich aus eigener Erfahrung erinnere fehlte bei Gewittern, die ich auf dem Meere und auf dem Brocken erlebte nicht ſowohl der tiefere Ton des kurzen Erſtrollens, als vielmehr das längere Nachrollen. Erſteres ſchien

weil nicht ſelten in den verſchiedenen Luftſchichten aufwärts, bis zur Gewitterwolke, mehr wie eine Abweichung des Windes von der Richtung des Wolkenzuges ſtatt hat. Bei nächtlicher Weile hören wir den Donner, wie jeden Schall ſtärker, weil dann die Luft mehr gleichförmig dicht iſt, als zur Tageszeit, wo ungleiche Erwärmung des Bodens fortdauernd ungleiche Dehnung der Luft bewirkt, was zur Folge hat: daß der Schall (wie das Licht), indem er durch ungleiche dichte Luftſchichten ſich verbreitet, beim Uebergange aus einer dergleichen Schicht in die andere durch Reflexion mehr oder weniger an Stärke (Intenſität) verliert. Hinſichtlich der Wirkungen des Gewitters unterſcheiden wir jene des Donners, von denen des Blitzes. Dieſe ſind theils ähnlich denen des künſtlichen elektriſchen Funkens, und von demſelben nur durch die größere Stärke verſchieden, theils weichen ſie von denſelben in ſo fern ab, als wir ſie mit Hülfe der künſtlichen Elektricität zur Zeit noch nicht nachzubilden vermögen. Zu erſteren gehöre das mechaniſche Zerreißen, Zerſchlagen, Durchlöchern ꝛc. ſchlecht leitender Gegenſtände in der Richtung der hinter ihnen vorhandenen beſſeren Leiter, oder auch des jenſeits derſelben entgegenkommenden Gegenblitzes (Erdblitzes); der z. B. den Erdboden nicht ſelten

---

mir vielmehr auf der hohen See noch ſtärker als auf dem Lande. Irre ich nicht, ſo iſt das Tonvertiefen des erſten Donnerrollens nicht nur Folge der Mitſchallung der Erde (und auch des Waſſers), ſondern auch einzelner, mehr oder weniger von der blitzenden Wolke entfernter Wolken, die durch die Elektricität ihrer Bläschen in den Zuſtand eines geſpannten elaſtiſchen Körpers verſetzt, durch den Entladungsknall zum Mitſchweigen gebracht werden, und die, Falls ſie zu den Seiten der urſprünglich donnernden Wolke lagern, zugleich den von der Erde zurückkehrenden Schall wieder zu derſelben reflectiren? — Schießt man ein Piſtol ab, indem man deſſen Mündung gegen eine offene leere Tonne richtet, ſo erfolgt eine ſehr mäßige Schallverſtärkung; war aber die Tonne zur Hälfte mit Waſſer gefüllt, ſo glaubt man einen Kanonenſchläger zu hören.

beträchtlich aufwühlt; das Schmelzen der Metalle, die Bildung der Fulgurite, das Zünden und das Tödten der Menſchen und der Thiere; häufig begleitet von Brand- oder Sengflecken, ſeltener von gänzlicher Zermalmung der Knochen ꝛc.; ferner das Verflüchtigen ſehr feuerbeſtändiger, aber gut leitender Metalle und deren Entführung durch beträchtliche Luftzwiſchenräume hindurch zu andern Leitern (z. B. die Vergoldung des Fenſterbleies, durch das vom Blitz entführte Gold des Zeigers einer Thurmuhr, ohne dabei das Blei zu ſchmelzen; K. IV. 188 ff.) die Erzeugung des elektriſchen Geruchs*); die Umwandelung der Regentropfen in künſtlichen Hagel (in Seiferheld's Verſuch ꝛc.; zu letzteren dürften auſſer mehreren von denen oben S. 382 ff.; 387 ff. erwähnten vorzüglich gehören: die Gewitterregen**) ſelbſt (die am ſtärkſten auszufallen pflegen, wenn ſie zuerſt in Form einzelner großer Tropfen dem Hagel***) folgen) die häufig die Temperatur um 10 —

*) Vergl. oben S. 488. Der eigentlich elektriſche Geruch, wie man ihn beim Drehen von Glaselektriſirmaſchinen bemerkt, iſt brenzlich-thranartig, entfernt der phosphorichten Säure ähnelnd; er begleitet den der ſalpetrichten Säure; ſ. oben a. a. O.

**) Die Menge dieſes Regens, zumal der Wolkenbrüche, iſt zwar für einzelne Gegenden oft ſehr beträchtlich, indeß giebt in mittleren Breiten ein Gewitter ſelten mehr denn 1,5 Zoll (des Regenmeſſers) an Regenwaſſer. An's Ungeheure grenzt hingegen an Regen der Tropengewitter; vergl. Peron's Reiſe II. 347. Lichtenſtein's R. II. 587.

***) Sieht man aus der Ferne eine dergleichen Hagelwolke, ſo laſſen ſich die weißen Hagelſtreifen deutlich unterſcheiden von dem dunkelen Regen-Gewitterwolken Hintergrunde: werden erſtere dabei von der untergehenden Sonne beleuchtet, ſo erſcheinen ſie röthlich weiß, in dieſer Hinſicht jenen Haufenwolken ähnelnd, welche man zur Zeit ſchon oder noch niederen Sonnenſtandes am Horizonte einer Berghöhe gelagert erblickt, während dem Zenithe zu der Himmel klar iſt. Dergleichen Wolke erſcheinen dann, von der Höhe herabgeſehen röthlich weiß; unten, vom Fuß derſelben, zu ihr hinaufgeſchauet, hingegen weiß. Vergl. oben S. 148.

20° C. mindern, ſeltener warm erſcheinen, z. B. manchmal bei Wolkenbrüchen (oben S. 208) und die Waſſerhoſen, Landtromben und verwandten Phänomene; ſ. w. u. — Als Wirkungen des Donners dürfte betrachtet werden: die Elektriſirung entfernter Wolken (weil jede Schallerſchütterung in Gemengen von Leitern und Iſolatoren, elektriſchen Gegenſatz hervorruft) und vielleicht auch: Beſchleunigung der Regenentladung, der blitzenden, wie der nicht blitzenden Wolken; indeß ſpricht gegen dieſe letztere Vermuthung, daß der Donner des Geſchützes Gewitter zerſtreuet haben ſoll; oben S. 321 Anm. Die Gewitterſtürme ſind offenbar nie Folge des Donners, ſondern nur eintretender elektriſcher Abſtoßungen und Anziehungen (oben S. 384 ff.) und, wie der Donner, Erzeugniß des Blitzes. Zu des letzteren ſtärkſten mechaniſchen Wirkungen möchte wohl jene Verſchiebung der 52000 ſchwer geſchätzten Mauer gehören, deren in den Mem. of the phil. soc. of Manchester II. 2. gedacht wird. Der einſchlagende Blitz fällt übrigens nicht ſelten in Form eines Feuerballes auf den von ihm getroffenen Gegenſtand, zumal wenn dieſer mit der Erde in unvollkommen leitender Verbindung ſteht, und daher als mit der getroffenen Fläche einen relativ iſolirten Leiter von geringer Faſſungsfähigkeit darſtellt*).

*) Stillſtehend würde der Blitz wahrſcheinlich einer Kugel gleichen; Muncke's Anfangsgründe d. Naturl. Heidelberg 1820. 8. II. 193. — Conradi erklärt Lähmung oder Tödtung durch Blitztreffen für Folge eintretender Ueberreitzung; a. a. O. 197. Indeß ſcheint klar: daß die ſog. überreitzende Potenz (der elektriſche Funke) hier wirkt, wie er in ähnlichen Fällen auf die Nerven und Muskeln — als treffliche Leiter: nämlich übermäßig magnetiſirend (oben S. 166.) und zugleich Zwiſchengas (Luft- und Waſſerdampf) ausdehnend; führt letzteres bis zur Zerreißung (Trennung) der Nervenmarktheilchen, ſo erfolgt der Tod? Daniell fand während der Gewitterſchwüle die Luft reich an (iſolirendem; geathmet und durch die Haut eingeſogen erſchlaffend wirkendem Waſſergas; das daher mittelbar als Iſolator wirkt (oben S. 171.)

1) Die oben S. 490—491 ausgeſprochene Annahme: daß der ſogenannte kalte Schlag durch einen einfachen, dem nicht geladenen Leiter folgenden Funken hervorgehe, gründet ſich auf der von mir wiederholt gemachten Beobachtung: daß vom ſolchem Schlage getroffene Bäume weder eine Spur von Blitzſengung, noch von Erdaufwühlung in der Nähe ihrer Wurzeln darboten. Auch Perſonen ſollen von Blitzen getödtet worden ſeyn, ſo erzählen Zeitungsberichte verſchiedener Zeiten, ohne Seng- oder Brandſpuren, während doch ſonſt, wo die Gegen E einander an der Perſon begegnen, dergleichen Spuren ſehr deutlich zu ſeyn pflegen. Auch der uneigentliche kalte Schlag (deſſen Zünden wieder erlöſchte), zeigte mir unverkennbar Sengſpuren, ſo fern die Einſchlagsfläche aus Holz beſtand. — Setzt man obiger Annahme entgegen: daß ja jeder einfache Funken Weingeiſtdampf, Pulverdampf, Knallluft ꝛc. zünde, ſo erwiedere ich: in allen dieſen Fällen iſt die Fläche, zu welcher der Funke überſchlägt relativ iſolirt; d. i. in nicht vollkommen leitender Verbindung mit

---

und unmittelbar zugleich beizutragen ſcheint zu dem Vorgefühl des Gewitters; ſiehe auch K. X. 228. Unter den grünenden Bäumen (die häufiger vom Blitze getroffen werden, als die dürren, oder wenn auch nicht dürren, doch unbelaubten; d. i. weniger Leitungsfeuchte und Leitungsfläche darbietenden) werden die harzarmen, und unter dieſen die Eichen am öfteſten getroffen; Birken angeblich nie; Pappeln hingegen nicht ſelten; ebenſo Heu und Kornhaufen (hauptſächlich: weil ſie wirken, wie nicht ausgetrocknetes Stroh; oben S. 489. feuchte Mauern und alle, ſey es durch Metall oder durch Waſſer, zum beſſern Leiter erhobene, über andere Gegenſtände hoch hinaufragende, viel Leitungsfläche darbietende Kunſt- oder Naturerzeugniſſe. Auch Zugluft, wenn ſie Rauch oder feuchten Dunſt mit fortreißt, kann durch Zuleitung gefährlich werden, iſt hingegen im trocknen Zuſtande ſo gefahrlos, wie ruhige trockne Luft. Da die Gewitterwolken häufiger von S und SW als von andern Weſtgegenden her ſich entladen, ſo kommt es, daß die Nordſeite der Gebäude ſeltener getroffen wird, als die übrigen Seiten. Das Läuten der Glocken bei Gewittern eher Nachtheil bringend wirken kann, hat v. Zeugen dargethan in ſ.: Ueber das Läuten bei Gewittern. Gießen 1791. 8. Hinſichtlich der Vorſicht bei Gewittern vergl. vorzüglich: v. Gersdorf's und Knebel's Verhaltungsregeln ꝛc. Görlitz 1800. 8. — Nach Gronau's Ueberſicht der Gewitter (Schriften der Geſellſchaft naturforſchender Freunde in Berlin IX. 25.) hatte man zu Berlin vom Jahr 1701 bis 1787 im Januar 5, Februar 9, März 15, April 102, Mai 196, Juni 320, Juli 383, Auguſt 274, September 118, October 12, Novbr. 7, Dec. 6 Gewitter.

der leitenden Innenerde, und dadurch in einem Zuſtande ähnlich dem iſolirten Conductor der (in Folge ſog. Vertheilung) mit beiden, polariſch getrennten E geladen erſcheint; nämlich dem geladenen Conductor gegenüber das Gegen E, und am abgewendeten E das Gegen E dieſes eigenen E, d. i. das dem geladenen Conductor gleichnamige E darbietend. — Dieſe Bemerkung möge denn auch den oben in der erſten Anm. zu S. 491 gebrauchten Ausdruck: relativ iſolirte Blitzableiter (als Bedingung entſtehender Vertheilung) rechtfertigen. Es ſind übrigens die Blitzableiter häufiger relativ iſolirt, als mit dem leitenden Theil der Erde in vollkommen leitender Verbindung, und ſie werden auch bei der vollkommenſten Leitungsverbindung ſtets das Gegen-E der geladenen Wolke darbieten, wenn dieſe lange genug über ſie weilt; oben S. 492 Anm. f. Man kann ſich hievon leicht überzeugen, wenn man zwei Zwirnsfäden an den Blitzableiter befeſtigt, von denen jeder mit einen Korkkügelchen verſehen iſt; dieſe werden zur Gewitterszeit divergiren; nähert man ihnen nun eine geriebene Stange vom feinem Siegellak, oder von Schwefel, ſo wird man leicht erfahren, welches E die Ableitung darbietet; werden die Kügelchen zu den —E geladenen Schwefel hingezogen, ſo brachte ſie +E mit, werden ſie dagegen abgeſtoßen, ſo war die Ladung des Ableiters —E-werthig. Iſt das erſtere der Fall, ſo ſteht meiſtentheils eine kleine, ſchwarze (—E-geladene) Wolke, nicht ſehr fern über der Auffangſpitze; war die gegenſtehende Wolke hingegen +E-geladen, ſo erſcheint ſie meiſtens höher und nicht klein und abgerundet, ſondern groß und ausgebreitet. Beide Wolkenformen erinnern entfernt an die Lichtenberg'ſchen Figuren; m. Experimentalphyſ. I. 480. Ueber elektriſche Vertheilung (nach Wilcke's Erläuterung) ebendaſ. I. 473, 478, 488, 490, 508.

2) Ueber Seiferheld's Verſ. ſ. oben S. 211. — Oeffentliche Blätter verſichern: daß der den 21ten Juni ohnfern Vicenza gefallene Hagel jene Diſtricte verſchont habe, in welchen Beltramie's Hagelableiter aufgeſtellt waren; indem dort nur etwas Schnee, ſtatt des Hagels gefallen ſey. Vergl. Schön bei K. X. 229. Aehnliches wurde 1829. von der Gegend von Genf behauptet. Sollten dergleichen mit metallenen Dräthen verſehene Ableiter wirklich ſolche Dienſte leiſten, ſo würde dieſes ein Einwurf mehr ſeyn gegen Volta's Hageltheorie, vergl. oben S. 490. Anm.

3) Ueber ſog. ſtille Gewitter vergl. oben S. 380. Ueber das Verhältniß der Winde zum Gewitter; ebendaſ. Ueber Begünſtigung der Gewitterbildung durch trockne, ſtark erhitzte Bodenflächen (ſog Gewitterheerde) a. a. O. 384; über Verhältniß der Gewitter zu Platz-, Land- ꝛc. Regen; ebendaſ. 387—369. Ueber getheilte Gewitter, 391; Gewitterzüge und deren Verbreitung a. a. O. u. 388 f. Häufig ſind die Waſſerſcheiden zugleich auch die Wetterſcheiden; gleiches leiſten in letzterer Hinſicht gemeinhin auch die Baſaltkegel: von nicht zu geringem Umfange.

Die Waſſerſcheide für Europa läuft von SW nach NO; nämlich von der Meerenge bei Gibraltar, auf jenem Zweige der Pyrenäen, welcher Spanien ſüdnordwärts durchzieht, mit einer kleinen Ausbeugung bis Aſturien an die Quellen des Ebro. Die Waſſer der einen Seite dieſes Theils der Waſſerſcheide fließen daher ins atlantiſche, die der andern ins mittelländiſche Meer ab. Vom Urſprunge des Ebro aus zieht ſich nun dieſe Waſſerſcheide öſtlich über die Pyrenäen, geht dann längs des Montnoire und der Sevenne durch Südfrankreich bis zu den höchſten Theilen Burgunds, folgt nun dem Jura bis zum Genferſee, wendet ſich dann den Berner Alpen zu, tritt über den Gotthart bis zu den Quellen des Rheins, biegt dann ſtark nordweſtlich aus zum Voralberg, und hierauf durch Oberſchwaben bis zum Urſprung der Donau, dann über eine unbedeutende Landhöhe Schwabens bis zur rauhen Alp (bis zum Heuberg) von hier durch den Rezatkreis dem Fichtelgebürge und von da dem Böhmerwalde zulenkend. Sie zieht nun um die ſüdliche Grenze Böhmens, über die mähriſchen Berge bis zu jener Gegend: wo die Oder und deren Stromgebiet von der March und Donau ſich trennen, erſtreckt ſich von hier aus in die Karpathen bis zu Siebenbürgen hinauf, dann an Pohlen's und Rußland's Grenze bis zu dem Wolchorskoywald, wo ſie die nördlichen Flüſſe Rußlands von den ſüdlichen ſcheidet, erſtreckt ſich dann immer weiter nordwärts bis öſtlich vom Onegaſee und durchzieht darauf das nördliche Rußland bis zur größten Höhe des Uralgebirges; Baumgartner's Naturl. 649—650; vergl. mit dieſ. Hdb. I. 365 ff. Auch die Schichtenſtreichung in den Urfeldsmaſſen ſcheint auf einen elektriſchen Meridian hinzudeuten, der ebenfalls von SW ausgeht, ſich aber nicht nach NO, ſondern nach SO wendet; m. Experimentalphyſ. II. 675.

4) Ueber Wetterſcheiden vergl. auch oben S. 378.

5) Man kann die Gewitter eintheilen nach den Jahreszeiten in denen ſie erſcheinen, nach den Winden welche ſie bringen und nach den Haupterzeugniſſen, die ſie in meteoriſcher Hinſicht zur Folge haben. Letzterem Eintheilungsgrunde den Vorzug gebend, läßt man ſie zerfallen in Regen-, Hagel-, Schnee- und Luftgewitter oder Orkane (oben S. 384); dieſe letzteren ſind in mehreren Gegenden, z. B. an der Küſte von Peru, in Guatimala (hier im Sommer 1828 ausgezeichnet heftig) ꝛc. gewöhnlich von mehrſtündiger Verfinſterung der Luft begleitet.

6) Nicht nur die Platzregen, ſondern auch die meiſten übrigen können betrachtet werden als ſog. ſtille Gewitter, oder wie ſie Lampadius richtiger bezeichnet: Gewitter in ſehr feuchter Luft, deren E ſich nie bis zum Blitz und Donner anhäufen kann, weil die Luft zu gut leitet.

33) Wetterleuchten (Fulguratio, Coruscatio). Schnell verſchwindende, nicht ſelten weit gedehnte Himmels- und

Wolkenflächen durchſchimmernde Blitze, die entweder wirklich ohne zu donnern leuchteten, oder deren Donner man wegen großer Ferne nicht hörte; vergl. oben S. 491 und 492 — 493. Im erſteren Falle kann es von ſchwachen Blitzen herrühren, die von einer Wolke zur anderen, ſehr nahe überſchlagen, oder auch durch Entladung einer Wolke mittelſt ohnfern vorhandener, weit verbreiteter Schleierwolken, oder endlich auch durch Ausſtrömen des E einer in ſehr hoher und darum ſehr verdünnter Luft ſchwebenden Wolke, welcher in ihrer Umgebung der Ableiter fehlt, und die ihr E daher entläßt, wie der Metallſtift das ſeine innerhalb des ſehr verdünnte Luft enthaltenen Raumes einer ſog. Blitzröhre (d. i. einer hohlen zugeſchmolzenen Glasröhre, in deren höchſt verdünnte Luft ein Metalldrath reicht, deſſen Auſſenende freies E zugeführt wird, während die ſchwach leitenden übrigen Umgebungen der Röhre, durch ihre Anziehung, daſſelbe innerhalb derſelben nach allen Seiten verbreiten machen. Es zeigt ſich am häufigſten in der Abenddämmerung nach einem heißen Sommertage, bei wenig Waſſerdunſt enthaltender Luft, um die Zeit der beginnenden Luftabkühlung*).

34) Feuriger Regen (Feuerregen; Imber igneus). Bei ſehr heftigen Gewittern ſieht man zur Nachtzeit den Regen leuchten; offenbar in Folge ſichtbar mit überſtrömender Elektricität. Nur zweimal ſah ich das Phänomen ausgezeichnet lebhaft, bei ſehr niederem Gewitter**).

---

*) Nimmt die Luftfeuchte ſehr zu, ſo hört es ſehr bald gänzlich auf. Naſſe Sommer zeigen es daher ſelten. Innerhalb der Wendekreiſe ſoll es an manchen Orten ſo gewöhnlich ſeyn, wie in den Polargegenden das Polarlicht (N. Schwed. Abh. I. 1780. S. 97.) Wahrſcheinlich iſt dieſes Wetterleuchten nur das wirklich ohne Donner erſcheinende?

**) Solcher Regen iſt es, der, in Glasgefäßen aufgefangen und ſchnell erhitzt, die Gefäße zerſprengt; wie es einer meiner verſtorbenen Freunde, der Dr. Schrickel, weiland Großherzogl. Badiſcher Leibarzt und Geheimerath, durch

35) Waſſer- und Landtromben (Waſſerhoſen, Windhoſen, Waſſerſäule, Wetterſäule, Seehoſe, Waſſertrompete ꝛc.; Turbo aqueus, Columna, Fistula, Nubis pendula, Tuba *). Vergl. oben S. 378 ff. und S. 499. Für beiderlei Formen dieſes in ſeinen Wirkungen nicht ſelten höchſt furchtbaren, von heftigſten Wirbelwinden begleiteten Phänomens, für die Waſſertromben, wie für die Landtromben bieten ſehr tief gehende, Blitz-ſchwangere, vereinzelte und ringsum im ungewöhnlichen Grade elektriſch iſolirte Wolken **) die nächſte Veranlaſſung aller das Phänomen begleitenden Wirkungen dar. Senkt ſich die Wolke zum Meeres- oder Fluß- ꝛc. Waſſerſpiegel herab, ſo fängt das Waſſer plötzlich an unruhig zu werden und ſich zur Geſtalt eines hohlen, mindeſtens 2 Fuß, aber auch wohl gegen 200 Fuß und darüber dicken und 30 bis 1500 Fuß hohen Kegels aufzuwölben, der unter beſtändiger Axendrehung mit der Wolke, bis zur Vereinigung mit derſelben mit großer Schnelligkeit forttreibt, alles, was ihm in den Weg kommt mit ſich fortreißend ***). Sobald die Vereinigung

---

widerholte Verſuche (ſo viel ich weiß: zuerſt?) wahrnahm. Auch beſitzt ſolcher Regen das ſtärkſte Erfriſchungsvermögen, ſowohl für welke Gewächſe, als auch für die Haut deſſen, der ſich damit wäſcht; ſ. m. Bemerk. in K. V. 196.; vergl. auch G's Annal. XLIV. 322. Künſtlich, mittelſt Elektriſirung, leuchtenden Regen darzuſtellen, iſt ein bekannter elektriſcher Beluſtigungsverſuch. — Ueber den natürlichen vergl. auch G's Ann. XXXIII. und LXX. 223.

*) Auch wohl Praester, ſ. oben S. 380; Turbo; ſ. oben S. 379.

**) Die ſich dehnen, indem ſie in dünne (z. B. zuvor ſtark erhitzte) Luft tauchen, und theils ſchon durch dieſe Dehnung und den dabei eintretenden Widerſtand des zur Zeit wehenden Windes, theils durch elektriſche Abſtoßung (nach Art des elektriſchen Flugrades) zur mehr oder weniger beſchleunigten Drehung um ihre verticale Axe gelangen.

***) Schiffe, die das Unglück haben von der Trombe ergriffen zu werden, ſind verloren, weil ſie höchſt gewaltſam zerriſſen zer-

mit der Wolke erfolgt iſt, löſt ſich dieſe in heftigſten Regenſturz auf, und nun iſt auch der Kegel zerfloſſen. In der

---

ſtieben. So auch Vögel ꝛc. Manchmal tritt die Waſſerhoſe über das Land hinaus, Sand, Bäume ꝛc. mit ſich fortwirbelnd. Sie erſcheint meiſtens nur in der Küſtennähe, in Folge ſchnellen Temperatur- und Windwechſels; nie iſt ſie Theil eines ausgedehnten Gewitters, von dem ſie ſich übrigens dadurch unterſcheidet: daß nicht wie bei jenem das elektriſche Gleichgewicht durch augenblickliche Exploſionen, ſondern durch andauernde (manchmal ſichtbare; oben S. 380 Bem. 4) Gegen-E-Entſtrömungen von der oberen Luft zur Erde, oder umgekehrt von dieſer zu jener hergeſtellt wird. Sobald die Axe der Trombe nur etwas gegen den Horizont geneigt iſt, erfolgt in ihr das ſpiralförmige Auf- und Abſteigen des Waſſers nach entgegengeſetzten Richtungen. Vergl. Pohl bei K. IV. 181 ff. Eine Tromben-Wolke die ſich den 4ten Auguſt 1824 in der Nähe des Rheines, zwiſchen Bonn und Cöln ſenkte, beim Senken einen Streifen entließ, der ſich je näher der Erde, je mehr trichterförmig dehnte, um ſeine Axe drehte, von SSW nach NNO in Form eines weißen, gegen 80 Fuß hohen, dichten Nebels ſich fortbewegte, unterwegs zu Garben verbundenes Getraide ꝛc. wirbelnd mit ſich fortriß, dabei das Geraſſel eines ſchwer beladenen Wagens hören ließ, binnen 3 — 4 Minuten gegen 40 Ziegeldächer beſchädigte und 6 gänzlich zerſtörte ꝛc., dann den Rheinſpiegel erreichend dieſen wirbelnd bis zum nakten Flußbette (24 Fuß tief) durchbohrte, und dabei im Waſſer ſein weißes Anſehen beibehielt, während die obere Wolke ſelbſt immer noch ſchwarz erſchien, ſetzte, auf dem rechten Rheinufer angelangt, ihre Zerſtörungen fort, bis ſie endlich im übrigen fernen Gewölke ſich verlor; vergl. Nöggerath bei K. III. 52 ff. Eine nicht minder furchtbare Landtrombe beſchreibt Lampadius in ſ. Atmoſphärolog. S. 167 ff. Auſſerhalb derſelben herrſchte Windſtille. (Stürme, welche Bäume entwurzeln, dürften in der Regel mit Landtromben verbunden ſeyn.) Nicht minder merkwürdig ſind jene Tromben, deren John Draytons gedenkt in ſ. Beſchreib. von Süd-Carolina. A. d. Engl. Weimar 1808. 8. namentlich jene, welche den 4ten Mai 1764 in der Landſchaft Indiana, verheerend wirkte und die ſich dadurch auszeichnete: daß (½ engl. Meile von Charlestown) mit furchtbarer Gewalt zwei Wirbelſäulen zuſammenſtießen, in Folge dieſes Stoßes wechſelten ſie ihre Richtungen. Man vernahm dabei ein Toſen: als ob viele Trommeln wirbelten, dazwiſchen Brauſen, Donner und heftige Schläge: ſo als ob bei heftigem See-

Regel erſcheinen ſie in Begleitung und als Folgen (?) der zuvor durch Gewitter erregten Wirbelſtürme; aber nicht ſelten ſind dieſe

---

ſturm die Wellen gegen Felſen ſchlagen. Die Wolke trieb dann als kreiſende Säule, ihre Farbe (ſchwarz, feurig ꝛc.) von Moment zu Moment wechſelnd, das Waſſer des Aſhley-fluſſes ſchnell vor ſich hin, ſo daß dieſes beide Ufer überſchwemmt. Als die Trombe (bei 900 Fuß Durchmeſſer!) 30 Fuß Höhe erreicht hatte, entließ ſie dicken Dampf Bäume von 4000 Pfund Gewicht wurden von ihr entwurzelt. Vgl. auch Franklin's Werke, herausgegeben von Wenzel. Dresden 1780. 8. 20 ff. — Auf dem Meere aus der Ferne geſehen, macht die Trombe ſich kenntlich als weißer Fleck; nicht ſelten ſchleudert ſie kleine Funken und ſtärkere Blitze, und Brauſen und Donnern verrathen auſſerdem ihre Nähe. Kanonenſchüſſe ſollen ſie zerſtören, in ſofern ſie der Wirbelbewegung entgegen wirken; was James Main neuerlich beſtätigt hat. Gilbert's Ann. VI, 30, 158. VII. 57. Auf dem Genferſee; a. a. O. 70. Wegziehend über ein Schiff X. 482. Howards Bemerk. LVII. 219. Hormer's Bem. LXXIII. 9. Anderer Meinungen; a. a. O. 95 — 100. Bei vulk. Eruptionen, ohnfern der Inſel St. Michael; ebendaſ. XLII. 407. James Main beobachtete mehrere Tromben auf ſeiner Ueberfahrt von Pulopemang nach Malacca; unter andern im Angeſicht der Kaninchen (zweier kleiner Inſeln) an einem Tage 5, deren einige ſich aufs Land, andere auf die See ſenkten; die nächſte etwa 5 Seemeilen vom Schiffe. Von der Sonne beleuchtet erſchienen ſie hohl; die Stralen wurden dabei doppelt reflektirt: von der Auſſen- und von der Innenfläche. — Voran gieng eine Erhöhung der Lufttemperatur bis von 75° bis zu 85° F. Dabei ſah man zuerſt das untere Ende der Wolkenſäule von der Baſis einer dunkelen Wolke, in Form eines umgekehrten Kegels, in etwas wellenförmiger Richtung herabhängen; ehe die Spitze dieſes Kegels das Waſſer berührt, war dieſes ſchon in heftiger Bewegung. Während der Wolkennäherung entſtieg dem Waſſer eine cylindriſche Maſſe dicken Schaumes, vou größerem Durchmeſſer als die Waſſerhoſe ſelbſt. Beim Verein war die Bewegung höchſt heftig. Die Berührung dauerte 10 — 12 Minuten lang, je nachdem die Trombe größer oder kleiner war. Beim Verzehren zog ſich das untere Wolkenende wieder in die Höhe zurück. Walther Schulz (vergl. oben S. 380 Bemerk. 4) ſah kleine Trombenwolken durch von ihnen herausgezogenes Meerwaſſer ſich vergrößern, und dann, wie er berichtet: auf dem Lande ſich des durch ſie verſüßten (?) Waſſers entladen. Ein kleines Schiff ward einſt von der-

Gewitter entfernt genug, um von ihnen nicht mehr als dieſe Stürme wahrnehmen zu können.

36) St. Elmsfeuer (St. Elmus, St. Telmo, Eliasfeuer, Caſtor und Pollux, St. Helena, Wetterlicht; Ignis lambens). Bei Gewittern, zumal wenn der Gewitterſturm ſeinem Ende nahet, ſieht man mitunter mehr oder weniger über die Erdoberfläche hinausragende Körper (vorzüglich ſolche, deren oberes Ende ſpitzig oder ſcharfrandig zuläuft; z. B. die Spitzen der Schiffsmaſten, Thürme ꝛc.; die Ränder des oberen Segelwerks der Schiffe ꝛc.) leuchten. Meiſtens in Geſtalt kleiner hüpfender Flammen beginnend, dehnt ſich dieſes Licht nicht ſelten über die ganze Körperfläche aus, dieſelbe an allen Auſſenflächen bedeckend ohne ſie zu zünden, oder auch nur zu wärmen. Den Grund dieſer Erſcheinung enthält die überſchwebenden Gewitterwolken, die ſich, ſofern es nur bei dem erwähnten Flammenſpiele bleibt, von dem ſpitzigen Leiter mehr denn die Schlagweite ihres Blitzes fordert, entfernt hält, und die ſelbſt die Quelle des Wirbelſturmes war, der dem Phänomene gewöhnlich vorangeht. Senkt ſie ſich dabei mehr und mehr, ſo erſcheint ſie ſelbſt an ihren Theilen (ſtralend) leuchtend und wird dann, indem ſie als leuchtende Trombe (von den Alten Helena genannt) erſcheint, Schiffen und ähnlichen Gegenſtänden als Blitz-ſchwangere und als Wirbelſturm ſteigernde Wolke doppelt gefährlich *); vergl. oben S. 380.

---

gleichen Wolke überfallen und umgekehrt, „ſo, daß das unterſte oben kam.“ Erd- oder Sandtromben, wie ſie im wüſten Arabien erſcheinen, ſollen mitunter ganze Caravanen, begleitet von 6000 Menſchen ꝛc. zerriſſen und durch Sand erſtickt haben. Grund genug, die ſie begleitenden Stürme als tod-bringend zu bezeichnen; vergl. oben S. 368—369.

*) Die Alten nannten das erſtere, gefahrloſe Phänomen Caſtor und Pollux; wohl nur: weil faſt nie eine dergleichen Flamme allein erſcheint? Schweigger's Anſicht zufolge: weil den Alten die Natur des elektriſchen Gegenſatzes bekannt war, und ſie denſelben durch jene Benennung auf das Beſtimmteſte

37) **Polarſchimmer; Schweblicht; Nordſchimmer, Südſchimmer** (Nordſchein, Südſchein; niederes Nordlicht; Wolkennordlicht, Chasma). Unterſcheidet ſich von der nachfolgenden Meteorgattung (von dem Polarlichte) durch die mehr niederen Regionen, in denen es erſcheint, ſo wie durch

---

hieroglyphiſch bezeichnen wollten; ſ. deſſen Journ. XXXVII. 233—255 u. dieſ. Hdb. II. 149. Die verderbliche Helena iſt nach S. eine Feuerkugel (?) — Capit. Widdel ſah dergleichen Elmsfeuer auf den Schiffsmaſten in Form großer Fackeln; gleich darauf erfolgte aus der Wolke der Blitzſchlag; Franklin's Briefe von der Elektricität. A. d. Engl. von Wilcke. Leipz. 8. 119. Wilcke erzählt von dem St. Petrithurm zu Nordhauſen: daß ſich bei Gewittern an verſchiedenen Ecken der Thurmſtangen dergleichen Feuer anſetze, welches die Einwohner zum Vergnügen mit Händen betaſten können. Eben dieſes erſcheine an dem Thurm zu Plauzat in Auvergne; Hamburgiſches Magaz. VII. 420 IX. 359. An beiden Orten ſoll es übrigens nie eingeſchlagen haben, was auf ungewöhnlich gute Leitung hindeutet. W. fügt hinzu: das aus denen Wolken durch dieſe Spitze abfließende elektriſche Feuer, zeigt ſich hier, wie auf jeder unelektriſchen Spitze, welche man gegen einen elektriſchen Körper bringt. A. a. O. 286—287. v. Raumer ſah ſich und ſeine Reiſegefährten gänzlich umgeben von dergleichen Feuer; Schweigger a. a. O. 245 u. ff. Cäſars Armee erlebte im afrikaniſchen Kriege dergleichen, dem Steinregen vorangieng. „Plötzlich (heißt es Cap. VI.) entſtand ein ungeheurer Sturm mit Steinregen. In derſelben Nacht glüheten von ſelber die Spitzen an den Speeren der fünften Legion; vergl. a. a. O. 248. Livius gedenkt eines dergleichen Phäuomens, Lib. XXII. cap I. vergl. a. a. O. 249. (Wenn gleich darauf erwähnt wird: daß zu Präneſte glühende Steine vom Himmel gefallen ſeyen" ſo iſt damit noch nicht geſagt, daß dieſer Steinregen dem Elmsfeuer unmittelbar gefolget ſey.) Plinius fügt ſ. Berichten, ähnlich denen zuvor gedachten hinzu: auch die Häupter der Menſchen in Abendſtunden umleuchten ſie (die ſternähnlichen Elmsfeuerflammen) zu großer Vorbedeutung; Lib. II. cap. XXXVII.; vergl. a. a. S. 250. Wöllner ſah Elmsfeuer als Begleiter und in Folge eines nächtlichen Hagelſturms; K's. Arch. I. 311 ff. Auch die Helena fehlte hiebei nicht; a. a. O. Manches was für Irrlichter genommen wurde, war vielleicht Elmsfeuer. Letzterem ſchließt ſich auch an — das Leuchten des Mercur in nicht ganz luftfreien Barometerröhren.

Ruhe und Andauer im Erſcheinen, desgleichen durch geringe, nicht ſelten bis zur Unwahrnehmbarkeit gehende Einwirkung auf die Magnetnadel. Es tritt, wie jenes, nur hervor in den Polarſcheinzonen, die auf der nördlichen Erdhälfte mit 35° n. Br., auf der ſüdlichen erſt mit 56 — 57° ſ. Br. beginnen und je näher den Polen, um ſo reichlicher darbieten: die Bedingungen, ſowohl zum Werden und Beſtehen des Polarſchimmers, als zum Entſtehen und Weilen des Polarlichtes *), Bedingungen, die entgegengeſetzt erſcheinen jenen, unter welchen die Gewitterbil-

---

*) Auſſer dieſen räumlichen Beziehungen ſind beiden Meteorgattungen noch folgende Verhältniſſe gemeinſam: 1) Sie erſcheinen unterworfen der Erdaxendrehung; denn ſie nehmen nicht Theil an den täglichen Oſtweſtbewegungen der Sterne; 2) ſie bieten beide, wenigſtens in nicht ſehr hohen Breiten, in verſchiedenen Zeiten dar: verſchiedene Grade der Leuchtſtärke, was bei den Polarlichtern während des Theiles des Jahres ſowohl, als während mehrerer Jahre wechſelt: zwiſchen nahe gänzlicher Unſichtbarkeit und höchſt auffallender ſtärkſter Lichtentwickelung, bei den Polarſchimmern hingegen in hohen Breiten faſt nie bis zum ſcheinbaren Verſchwinden und ſelten bis zur Sichtbarkeit in Aequatornähen über 40° n. Br. und 57° ſ. Br. reicht. — Lichtenberg's Bemerkung zufolge (Erxleben's Naturl. 6te Aufl. 552) ſind die Nordlichter "um die Tag- und Nachtgleichen am häufigſten," das iſt aber die Zeit, fügt L. hinzu, in der die Erde viele Tage hintereinander innerhab 24 Stunden ganz erleuchtet und folglich erwärmt wird; was, wie L. meint, vorzugsweiſe ſich eignet: die ganze Erde in einen Körpern zu verwandeln, der, elektriſche Polarität darbietet: gleich dem Turmalin, nämlich: durch Erwärmung; eine Elektriſirung, die L. zufolge, die Nordlichter als ſtralendes +E, die Südlichter als in engeren Grenzen ſich dehnendes —E erſcheinen laſſe; vergl. auch Com. Soc. Reg. Goett. ad annum 1778 Tom. I. p. 78. Class. math. — Um dieſelbe Zeit (um die Nachtgleichen) haben wir auch, ebenfalls in Folge jener Art von Totalwärmung, die Aequinoctialſtürme, und wahrſcheinlich auch: die dann meiſtentheils ſehr auffallenden Barometerſchwankungen. Daß übrigens Polarlichter, wie Polarſchimmer, auch während der Tageszeit andauern und ſich nur um dieſe Zeit wegen größerer Stärke des Sonnenlichts der Schaubarkeit entziehen, ſteht

dung hervorgeht und begünſtigt wird *). Erwägt man, daß innerhalb der Gewitterzone (von 35° n. Br. bis

---

nicht zu bezweifeln; ich ſelbſt ſahe das in unſern Gegenden ſichtbar gewordene Nordlicht vom 25ten Sept. 1827 noch Morgens früh den 26ſten, kurz vor Sonnenaufgang, zu Arcona auf Rügen. Nordſcheine von geringer Lichtſtärke werden bei uns häufig erſt beim Eintritt vollkommener nächtlicher Finſterniß ſichtbar; Helfenrieder in Act. Acad. Mogunt. 177—1779. S. 281. — Mehrere Jahre waren verſtrichen, ehe wir zur beſagten Zeit (September 1827) wieder ein Nordlicht ſahen; daſſelbe ließ ſich ſchon vor 30 Jahren behaupten; vergl. Böckmann in G's Anm. VII 32. Ritter glaubte für den Wechſel in der Widerkehr (und Stärke) der Nordlichter die 19 (18⅔) jährige Mondperiode als geſetzlich geltend und zuſammenfallend mit der Periode der magnetiſchen Abweichung (des Maximus anorganiſcher Thätigkeit im Gegenſatz der organiſchen; ꝛc. vergl. m. Experimentalphyſ. II. 111 ff.) nachweiſen zu können (G's Anm. XV. 206). Daß beide Phänomene, Nordlichter und Magnetiſche Abweichungen, in Entſtehungsbeziehung ſtehen, dafür ſpricht übrigens auſſer der von Hanſteen entdeckten Periode der Stärke des Erdmagnetismus (I. 261 ff. 265, 266. vergl. mit 469 u. II. Erſte Abth. 48, 90 ff. 113 dieſ. Hdbchs.) und eine ſich anſcheinend ihr nähernde der Luftelektricität (I. 25 u. oben 304 ff.) auch noch die von demſelben Phyſiker gemachte Beobachtung: daß kurz vor dem Eintritte des Nordlichts der Erdmagnetismus eine ungewöhnliche Stärke erlangt, die gleich nach dem Luftbeginnen abnimmt, und ſich öfters noch 24 Stunden nach demſelben ungewöhnlich verändert zeigt; I. 461 ſ. w. u.

*) Auch Thienemann fand: daß gegen Norden Nordſchimmer und Nordlichter zunehmen, je mehr die Gewitter ſich mindern; was jener Meinung, welche Polarſchimmer und Polarlichte als Phänomen elektriſcher Ueberſtrömung betrachtet um ſo mehr Gewicht giebt, als Anhäufung der Elektricitäten nach den Polargegenden hin um ſo mehr zunehmen muß, je mehr ſich mit der Vergrößerung der Eiskruſte die Ableitung des E durch den Boden vermindert; ein Verhältniß, daß Franklin's Hypotheſe über die Natur der Nordlichter ſich dahin ausſprechen ließ: 1) die zwiſchen den Wendekreiſen ſich erhebende warme Luft, fließt beſtändig nach den Polen hin ab, und entladet ſich ihres E durch Gewitter und Regen, da ſie von dem Meere aus ſtets mit viel Waſſerdunſt und Waſſergas beladen erſcheint; 2) in den Polargegenden wird Schnee, was in niederen Breiten Regen

57° ſ. Br.) fortdauernd ſehr viel E frei wird, ſo wird nicht nur die Erde (wie Lichtenberg will), ſondern auch im noch ausgezeichneten Grade die Gewitterzonenluft über derſelben, elektriſche Polarität und letztere die entgegengeſetzte der erſteren darbieten; ein Gegenſatz der Luft- und Erdelektricität, der ſich innerhalb der Gewitterzone ſelbſt in Form von Gewittern fortdauernd auszugleichen fortfährt, hingegen jenſeits derſelben, den Polen zu, durch verminderte Elektricitätsleitung der Erdoberfläche behindert, Anſammlung der E (des — E am Nordende der Gewitterzonenluft; des + E am Südende derſelben) und Verbreitung derſelben innerhalb der höheren dunſtreicheren Schichtung, von Dunſtmaſſe zu Dunſtmaſſe, und damit die immerwährende Erneuung des Polarſchimmers zur Folge hat, die nach Maaßgabe der Mitwirkung der Winde und deren Drehung in ſeiner Bildung beſchleunigt oder verlangſamt wird, und deſſen Erzeugung in den

---

geworden wäre; aber während ſich für dieſe hinreichende Bodenleitung vorfindet, mangelt ſolche Leitung in jenen Gegenden; es häuft ſich hier daher E (+ E) an und ſtrömt in den ſog. leeren Raum oberhalb der Polaratmosphäre ab, in Form ſichtbarer E-Büſchel, folge dort der beſſer leitenden Luft, die vom Aequator herüberwehet und kehre durch deren Vermittelung wieder zur Erde zurück; Leipz. Samml. zur Phyſik und Naturgeſchichte. II. 2. St. 240.) Das Polarlicht iſt hienach alſo ein Herſtellen des elektriſchen Gleichgewichts zwiſchen der Polarluft und der Luft niederer Breiten, durch den Umweg des ſog. leeren Raumes. Je kälter die Jahreszeit, um ſo größer die Anhäufung des E an den Pole, um je ſtärker mithin auch das (in Folge der Repulſion der Theilchen des E eintretende) Ausſtralen, um ſo weiter, dem Aequator zu, mithin auch die Sichtbarkeit des Phänomens, und um ſo mehr verdichtet die Polarluft unter dem Phänomen: um ſo dunkler auch das aus dieſer Verdichtung entſpringende dunkele Segment unter dem Nordlichte, oder, wie Mayer (der die zur Sichtbarkeit in gemäßigten Zonen erforderliche ſehr beträchtliche Erhebung der dichteren Polarluft für unmöglich hält) will: je dunſtiger der Horizont des Beobachters, um ſo mehr verdunkelt der untere Theil das Phänomen.

niederen, von den oberen durch iſolirende Luftſchichten getrennten Dunſtſchichten (hervorgebracht z. B. durch das Herzuſtürzen der kalten Polarluft in den Raum der aufſchnellenden wärmeren Luft) nicht ſelbſt, ſondern nur ſeinem Spiegelungsbilde nach wahrgenommen und daher auch nicht elektriſch befunden wird *). Die von Thienemann beobachteten Nordſcheine **) dürften größtentheils Nordſchimmer geweſen ſeyn ***). Eben ſo auch jene Südſcheine †), welche Forſter (Vater und Sohn) beobachteten. Es ſind die Polarſchimmer für die höheren nördlichen und ſüdlichen Breiten, was das Wetterleuchten für die Gewitterzone; vergl. oben S. 503, und während ſie ſich, ähnlich den Polarlichtern, gemeinhin zunächſt bemerklich machen: durch ungewöhnliche Erhellung — für uns des nördlichen, für die Bewohner der entgegengeſetzten Erdhälfte des ſüdlichen Horizonts — ſcheinen ſie dort in Polarlichter überzugehen, wo ſie die Geſtalt weitgreifender Lichtbogen ††)

an-

*) Wolken, auf ſolche Weiſe beleuchtet (wie Taf. I. Fig. 17 ähnliche, jedoch nicht vom Polarſchimmer, ſondern vom Polarlichte erleuchtete darbietet) rechtfertigen die Benennung Schweblicht anſcheinend noch mehr, als jene oberen, welche urſprüngliches E-Licht entwickeln. Hinſichtlich der letzteren vergl. auch Gren's Journ. III. 495. Oertel in Voigt's Mag. V. 3. St. 137.

**) Dieſ. Hdbs. II. 1ſte Abh. 613.

***) So auch jene, welche Parry und Forſter beobachteten, welche auf die Magnetnadel gar nicht einwirkten; K's Arch. XVII. 29.

†) Unter ſüdlichen Breiten höher den 56°. Vergl. J. Rhld. Forſter's Beobachtungen und Wahrnehmungen ꝛc. zum künftigen Entwurf einer Theorie der Erde. Leipzig 1798. 8. S. 103.

††) Es ſind dieſe nordſcheinartigen Lichtbogen nicht zu verwechſeln mit den „höfeartigen;" oben in den Anm. zu S. 464, 467 und 472. Die erſteren erſcheinen theils nach

annehmen, ohne die übrigen begleitenden Erſcheinungen des Polarlichtes (dem Stralenſchießen ꝛc.) im Gefolge zu haben.

38) Polarlicht; Nordlicht, Südlicht (Nordſchein, Südſchein; Lumen boreale, L. auſtrale; Aurora bo-

---

Gewittern, in Begleitung nordlichtähnlicher Phänomene (z. B. der von Oertel zu Ronneburg den 13ten Mai 1787 geſehene Phänomene; Voigt's Mag. V. 3. St. 137 ff.; ferner G's Ann. LXXV. 68), theils bei gewitterloſen, nicht ſelten heiteren Himmel; vgl. Hällſtröm in G's Ann. XVIII. 74. Mehrere hieher gehörige Erſcheinungen beſchreibt W. Hay (Phil. Transact. Vol. LXXX. P. 1; Voigt's Mag. VII. 4. St. 125 ff.) Meiſtens berührten ſie einer Seits den nordöſtlichen (und öfters nahe durch den Zenith gehend, ruhig gelblich-weißlich leuchtend) den entgegengeſetzten Horizont (SW; WSW, auch wohl SSW; vergl. oben S. 509. Den 23ſten Februar 1784, Abends nach 9 Uhr, ſah Wollaſton zu London einen dergleichen, einem Kometenſchweif nicht unähnlichen Bogen quer über den Himmel von W nach O ſich erſtrecken. Denſelben beobachtete auch Hutchinſon zu Kimbolton, 63 engl. (12,6 deutſche) Meilen von London und Franklin zu Bockley. Ein anderer den Pigott den 14. März 1774, Abends 7 Uhr zu Kenſington ſah, ward auch gleichzeitig zu Brüſſel geſehen. Cavendiſh beſtimmte die Höhe des von Wollaſton ꝛc. geſehenen Bogens zu 6½ geographiſche Meilen. Eine neueſte hieher gehörige Erſcheinung wurde den 29ſten September 1828 an mehreren Orten in England (unter Andern: vom Kapit. Kater und Prof. Moll) geſehen. Das Licht des Bogens war weiß, und etwas ſtärker als das der Milchſtraße. Der Bogen ſelbſt ſchien von N nach S fortzuſchreiten und einer Seits den nordöſtlichen, anderer Seits den ſüdweſtlichen Horizont zu ſchneiden. Da denen nordſcheinartigen Lichtbögen, die das „Nordlicht" characteriſirenden Phänomene faſt ganz mangeln, jene des Nordſchimmers hingegen nicht fehlen, ſo hat man Urſache für dieſe Bögen ähnliche Entſtehungsbedingungen anzunehmen, als für den Polarſchimmer. Wahrſcheinlich ſind es äuſſerſt hoch gehende eiſige Wolken, deren E in Stralenbüſcheln in der Richtung des ſog. elektriſchen Meridians bewegt wird. — Im Sommer 1822 ſah ich zum Oeftern Mittags, bei ſehr klarem, im Uebrigen wolkenloſen Himmel einen von ONO gegen SSW reichenden, den Himmel halbirenden weißen Lichtbogen, der ſeinem Anſehen zufolge für eine äuſſerſt hoch gehende, jedoch durchaus unaufgelockerte Federwolke gehalten werden mußte.

realis, A. australis). Durch beſtimmte nacheinander folgende Geſtaltungs-Entwickelungen und Veränderungen, mithin durch eigenthümlichen Gang der Geſtaltswandelung (Metamorphoſe) und die denſelben bezeichnenden magnetiſchen Beziehungen und Farbenänderungen (die theilweiſe begleitet erſcheinen von ſichtbarer Ortsänderung *) und hörbarem Geräuſche) vom Polarſchimmer verſchieden, weichen von demſelben die Polarlichte auch dadurch ab, daß ſie meiſtens über die höchſte Wolkenregion hinausragen, nicht ſelten ſo hervortretend: als ſeyn ſie Theile größter, den Himmel von einem Endpol zum anderen umſpannender Leuchthüllen, gebildet durch die von den magnetiſchen Erdpolen der nördlichen Erdhälfte zu denen der ſüdlichen Hälfte und umgekehrt, durch die höchſten Punkte des Aequatorialhimmels hindurch, zu einander ſtrebenden Erdelektricitäten (dem nördlichen +E und dem ſüdlichen —E), welche letztere dort die größten Anhäufungen zeigen, wo ſie ihren Entwickelungsgegenden ſich nahe befinden, hingegen je weiter von dieſen Gegenden entfernt, um ſo mehr zerſtreuet und jenſeits der Polarſcheinzone, d. i. innerhalb der Gewitterzone, ſowohl durch ſolche oſt- und weſtwärts gerichtete Verbreitung, als auch durch die hier (am vollkommenſten über dem Aequator) eintretende Ausgleichung zu 0 E für die Wahrnehmbarkeit zum Verſchwinden gebracht werden**). Taf. I. Fig. 17

---

*) Dieſer Bewegung zufolge, die bisweilen als ein Zittern des Strallichts am ganzen nördlichen Himmel, manchmal noch über das Zenith hinaus wahrgenommen wird, unterſcheiden ſchon ältere Meteorologen das eigentliche Nordlicht, durch die Benennung **Aurora corruscans**, vom Schweblicht: **A. placida.**

**) Dieſe Annahme ſetzt voraus, daß für die Polarlichter eine Elektricitätsquelle gegeben iſt, die nicht ſowohl auſſer der Erde von den Wolkenbildungen und Luftgegenwebungen, ſondern von denen in der Erde ſtatt habenden Elektricitäts-Erregungen abhängig iſt, ſo daß dieſe Art elektriſcher Ausſtrömung das Ergänzungsphänomen für die elektriſche Polarität

möge dazu dienen die Haupttheile des Entwickelungs-ganges und Fig. 18 die ſeltene Flammen-Beglei-

---

der Gewitterzone bildet. Ließe ſich durch den Verſuch beweiſen, wofür wenigſtens Manches ſpricht (z. B. die Elektricitäts-Erregung durch Reibung des härteren Körpers gegen den weicheren ꝛc.), daß Magnetiſirung dort Elektricitätsanſammlung hervorruft, wo zwiſchen den magnetiſchen Polen der Zuſammentritt des +E und —E zu oE mittelſt Iſolatoren hinreichend geſchwächt erſcheint, ſo würde das Polarlicht zu betrachten ſeyn als das Phänomen der Entſtrömung jener E (des +E am Nordpol und des —E am Südpol) die in Folge des Erdmagnetismus und der ſchlechten Leitung des Polareiſes und der Polarluft (die als ſolche auch die Einwirkung des Polarlichts auf das Elektrometer verhindern dürfte) in der Nähe der magnetiſchen Pole fortdauernd zur Anſammlung gelangt, nnd die mehr und mehr gehäuft, der Abſtoßung ihrer eigenen Theilchen unterliegend, ſich in der verdünnten Oberluft der Polargegenden dorthin verbreitet, wohin ſie von unten her durch die Gegen-E der Gewitterzone gezogen werden. Solcher Vermuthung den Werth der Wahrſcheinlichkeit zugeſtehend, würde man dann das Polarlicht zu bezeichnen haben: als ein urſprünglich magneto-elektriſches Phänomen, das vielleicht ſpäterhin dadurch in ein elektro-magnetiſches übergeht: entweder daß Metalldämpfe der höchſten Regionen des Polarhimmels (die dichteſten Körper dehnen ſich am meiſten aus und bilden daher höchſt leichte Gaſe, wenn ihnen Wärme genug dargeboten wird: um gaſig werden zu können) denen E zum Leiter und Träger dienen; wiewohl die Leitung von dergleichen Dämpfen nicht größer ſeyn dürfte, als die aller anderen Gaſe, weil Gaſe als ſolche iſoliren (ſchlecht leiten), zumal kalte; oder daß Metallſtaub in ſo hohen Regionen als Rauchſchicht der Verdichtung um die Erdpole unterworfen ſcheint, z. B. jener der nach Chladni's Hypotheſe über den Urſprung der Feuerkugeln (ſ. w. u.) durch Zertrümmerung eines Planeten (I. 403 dieſes Hdbs.) im ganzen Sonnenſyſtem: Weltall zerſtreuet erſcheint, oder der, von dem Einige annehmen, daß er von der Erde aufwirbeld, ſammt der übrigen Aequatorialluft den Polen zuwehe; oder, der entſtehe, indem z. B. der angeblich bis zu den höchſten Regionen gelangende Metallwaſſerſtoff, beim Senken gegen die Pole ſeinen Waſſerſtoffgehalt durch Verbrennen verliere (welches Verbrennen zur Schweblicht-Erzeugung beitrage) und dadurch Metallatome als Niederſchlag entlaſſe ꝛc. — Erklärlich würden dann ferner der von Vielen bemerkte Zuſammenhang der Polarlichterſcheinung mit

tung derſelben zu veranſchaulichen. Hinſichtlich des erſteren gilt Folgendes, als das Weſentliche; Abänderungen

---

folgenden Erdphänomenen: 1) das ſchon erwähnte Schwanken der Magnetnadel; zuerſt 1740 beobachtet von Celſius und Hiorter (kupferne, d. h. an ſich nicht magnetiſche Nadeln wurden von Nordlichtern nie zu Oscillationen gebracht); vergl. die neueſten hieher gehörigen Beobachtungen Arago's und Richardſon's bei K. XVII. 30. Da ähnliches Schwanken auch durch einzelne Blitzſtralen hervorgebracht wird, ſo ſcheint dieſes der Vermuthung das Wort zu reden: daß das Leuchtende im Nordlichte Elektricität ſey; vergl. van Swinden Recueil de memoires sur l'analogie de l'electricité et du magnetisme. A la Haye 1784. T. II. §. 128, und Kittel bei K. XVII. 490 ff. Auch wird dieſe Vermuthung unterſtützt durch Neſtmann's Verſuche über das Verhalten der Magnetnadel zur iſolirten, geladenen Leidner Flaſche; a. a. O. 187. Warum, Falls das Polarlicht elektriſches Licht iſt, kein Einwirken auf das Elektrometer wahrgenommen wurde (wie ſolches auch Richardſon bei ſeinen Beobachtungen der Nordlichte am Bärenſee, in den Jahren 1825 — 1826; K. a. a. O. 28 ff. ausdrücklich erwähnt) iſt bereits oben S. 515 erörtert worden; geſetzt aber, es wäre das Licht im Nordlichte auf eine bis dahin unentdeckte Art, nach eigenthümlichen, nicht-elektriſchen Bedingungen erzeugt, ſo würde man zur Erklärung jener Einwirkungen auf die Magnetnadel anzunehmen ſich genöthigt ſehen: daß nicht in der Elektricität als ſolcher, ſondern nur in dem Vermögen des Lichtes (des elektriſchen, wie des fraglichen magnetiſchen, und überhaupt jedes Lichtes, vorzüglich aber des Purpur- oder Violett- und Blaulichtes im Blitz, wie im Nordſcheinſtral) Stahl zu magnetiſiren der Grund derſelben zu ſuchen ſey: indem in dieſen, wie in allen ähnlichen Fällen die Nadel zu größerem Schwanken gebracht werde, weil ſie momentan an Intenſität ihres Magnetismus gewinne. Da indeß das ſtärkere Schwanken der Nadel nicht auf ein Mehr-Unterordnen derſelben unter dem Erdmagnetismus, ſondern eher auf das Gegentheil hinweiſt, ſo iſt mit dieſer Annahme nichts gewonnen, und es bleibt faſt nur die Vermuthung übrig, daß während des Blitzes, wie während des Nordlichtſtrals: die Nadel dem Einfluſſe des Erdmagnetismus mehr entzogen und dadurch dem der elektriſchen Höhen-Atmosphäre (oben S. 27) mehr untergeordnet werde, weil um dieſe Zeit die elektriſche Gegenwirkſamkeit der Luft gegen die Erde, örtlich ungewöhnlich erſcheine; was dann aber doch wiederum zu der Annahme führt: das Polarlicht iſt ein elektriſches Phänomen

deſſelben, zum Theil ſehr mannigfacher Art, größtentheils bewirkt durch die verſchiedene Nähe oder Ferne des Beob-

---

2) Dieſe Annahme gewinnt, wenn man dabei berückſichtigt Hanſteens oben S. 510 erwähnten Beobachtungen über das Verhalten des Erdmagnetismus kurz vor und während des Polarlichts, in Verbindung mit den bekannten Geſetzen des Elektromagnetismus. Denn das Phänomen zeigt ſich, alſo betrachtet gerade ſo: als ob der Erdmagnetismus wachſe in Folge der Anhäufung der Elektricität (oder: in Folge der Erhöhung der Intenſität des elektriſchen Stromes) in der Erde; ſich hingegen wieder mindere — wenn Polarlichte dieſe Anhäufung entführen, oder wenn Gewitterblitze, dadurch, daß ſie der Erde das ihrem eigenen E entgegengeſetzte entreißen, die Menge des E der Erde örtlich kurze Zeit hindurch mindern. — Wenn Perſonen ſich mitten im Nordlichte befunden haben wollen, ohne Wahrnehmung jeder Spur freien E's, ſo dürfte dabei entweder die oben S. 515 erwähnte Täuſchung ſtatt gefunden haben, oder: das Elektrometer kam nicht zur Divergenz, weil es nicht wie bei Blitzfängern und in ähnlichen Fällen in einer Richtung von Ferne her E zugeführt erhielt, ſondern von allen Seiten von E umgeben war: das ſich von Moment zu Moment erneuend die Luft eben ſo ſtark gegen die Blättchen (Kügelchen ꝛc. des Elektrometers) trieb, als dieſe von einander abgeſtoßen wurden. Wiewohl ſich hiergegen erwiedern läßt: daß ſolche Wirkung nur eintreten könne, wenn die Leitung der Luft bis zur Leitung des Elektrometers erhöhet und die Ableitung des Luft-E zur Erde möglichſt erſchwert ſey. — Ueber künſtliches Nordlicht vergl. Triewald; in den Schwed. Abh. 1744 S. 103. — 3) Die Nordlichte ſollen am häufigſten und ſtärkſten vorkommen in Nord-Amerika und Nord-Aſien; am ſchwächſten in Nord-Europa; nicht nur, weil nach Brewſter: in jene beiden Welttheile die beiden Pole größter Kälte (I. 397), ſondern — nach Hanſteen — auch die von Halley und Hanſteen angenommenen beiden magnetiſchen Nordpole der beiden magnetiſchen Erdaxen (der eine in das nordweſtliche Amerika, der andere in das nordöſtliche Sibirien) fallen; und, abgeſehen von dieſen Annahmen, weil, Hanſteen's Beobachtungen zufolge, der Magnetismus der Erde in Europa überhaupt im Abnehmen zu ſeyn ſcheint; P's Ann. III 361; VI 309; IX. 49. — 4) Das Nordlicht weicht in unſeren Gegenden mehr nach Weſten als nach Oſten ab; Dalton in G's Ann. XV. 205. 5) Die wirklichen Nordlichter (abgeſehen von den Nordſchimmern) ſcheinen der Periode der Zu- und Abnahme des

achtungsortes, ſo wie durch die jeweilige Beſchaffenheit der niederen Luft, kommen bei einzelnen wirklich hieher gehörigen Erſcheinungen faſt jedes Mal vor. Gemeinhin aus der Grenze eines dunkelen Nebels (der am nördlichen oder, bei Wahrnehmung der Südlichter, am ſüdlichen Horizonte vorhandenen niederen Dünſte?; ſ. oben S. 511) der die Geſtalt eines kreisförmigen Segments hat, deſſen Sehne einen Theil des nördlichen Horizonts bildet, deſſen höchſte Stelle ſich nach der Abweichung der Magnetnadel richtet, erhebt ſich das Nordlicht zunächſt in Form eines, aus chaotiſcher Lichtmaſſe ſich bildenden flachen, meiſt gelblichen, oder röthlichen Lichtbogens, der ſich nach und nach mehr und mehr zu dehnen pflegt, wobei ſich gewöhnlich zugleich über oder unter demſelben ein dergleichen Bogen oder zwei ſolche dem erſten concentriſche Bögen zu bilden pflegen; letzteres wird vorzüglich in den Polargegenden wahrgenommen, wo man auſſerdem auch noch einen vorzüglich hellen, oſtweſtwärts gehenden, wolkenſtreifenartigen Lichtbogen, genannt das Queerband, wahrzunehmen pflegt. Dieſer Lichtbogenentwickelung folgt gewöhnlich ein ſchlängelndes Bewegen und Theilen der in Dehnung befangenen Bögen; begleitet von prismatiſchen Färbungen, hinweiſend auf Gegenſatz der Ergänzungsfarben (z. B. in Keilhaus Beobachtungen unten grün, oben purpur) und bei Dehnung der Lichtſchlange bis zum Zenith ein regelloſes Durcheinander der Farben darbietend. Mit der Theilung der Lichtſchlangen beginnt nun das Hervorſchießen kürzerer oder längerer Stralenbüſchel aus der chaotiſchen Lichtmaſſe, die, wo ſie von dieſer ausbiegen, über derſelben die Form aufgerichteter, meiſt gelblicher oder rothgelber Flammen (Fig. 18) darbieten, und in dem Maaße zu wachſen pflegen, als die

---

Erdmagnetismus ſich unterzuordnen, mit der Abnahme der Stärke des Magnetismus in Europa, mindert ſich auch das Erſcheinen und die Stärke derſelben in Nordeuropa; vgl. oben S. 510.

Schlangenbogen-Zerſplitterung zunimmt, bis ſie endlich die Säulenform (Fig. 17) erlangen, wo ſie dann, aus unſeren geogr. Breiten geſehen, entweder intenſiv weißlich feuerfarbenes oder auch mehrfarbiges Licht entwickeln. Zugleich ſieht man auch aus dem erſten Lichtbogen ſelbſt, ſo wie aus dem Queerbande dergleichen Stralſäulen in abgeſetzten Zeitintervallen ſich entbinden, welche manchmal als Stralenbüſchel von verſchiedenen Farben im Zenith zur Nordlicht-Krone Nordlicht-Sonne ꝛc. ſich vereinigen, deren Mittelpunkt in der verlängerten Axe einer frei ſchwebenden Magnetnadel gegen Süden hin zu liegen ſcheint. Nach und nach erblaſſen nun die Lichtmaſſen, während ſie ſich mehr und mehr über den entgegengeſetzten (für die Nordlichte über den ſüdlichen) Himmel verbreiten, ſammeln ſich hier wieder zu einem erſten Bogen und verſchwinden endlich, indem auch dieſer Gegenbogen der Erblaſſung unterliegt. — Von dem Zeitpunkte des Bogen-Schlängeln's an, vorzüglich aber während des Stralen- und Säulenſchließens erfolgt häufig ein eigenthümliches Geräuſch, von Einigen verglichen mit dem Kniſtern elektriſcher Funken, von Anderen mit dem Säuſeln, von den Meiſten (z. B. auch von Sauſſure) mit dem Brauſen eines entfernten Windes. In unſeren Gegenden hört man es nur bei ſehr ſtarken Nordlichtern, und doch auch bei dieſen nicht immer; in den Polargegenden ſoll es häufiger ſeyn, indeß iſt es auch in neueren Zeiten nur manchmal bewirkt worden*). Die Krümmung der Nordlichtſtralen iſt

---

*) Keilhau ſah kein unteres Segment; wohl aber bemerkte er, daß, als der Leuchtbogen ſo hoch geſtiegen, daß deſſen öſtlicher Theil ganz ſichtbar wurde: der Schenkel ſtark in einer elliptiſchen Curve zurückbog, während aus dem ſchwächeren Lichte des umgebogenen unteren Theiles es ſchien: als habe ſich dieſer mehr entfernt; was die Vorſtellung aufdrängte: der Bogen gehöre zu einem über der Erde ſchwebenden, etwa um 30° bis 40° gegen Norden geneigten Ringe. Der im-

zum Theil ſcheinbar und Folge der durch Luftperſpective erzeugten optiſchen Täuſchung; ähnlich jener, welche uns den Himmel gewölbt, die Kometenſchweiſe gebogen, die Waſſerziehſtralen in der Sonne vereint ꝛc. erſcheinen läßt.

1) Richardſon's Beobachtungen gaben: a) die lebhaften und hellleuchtenden Blitze des Nordſcheins verurſachten faſt ohne Ausnahme eine Abweichung der Magnetnadel, wenn ſie ſich durch eine nebliche Atmosphäre bewegten und ihre Stralen Regenbogenfarben darboten; b) das Nordlicht iſt kräftiger und wirkſamer, wenn es aus einer in der Nähe der Erde gelagerten Wolken (höchſtens 6—7 engliſche Meilen hoch) zu kommen ſcheint; c) iſt es recht ſtark, ſo bemerkt man gewöhnlich im Umfange ſeiner Blitze einen Duft, obgleich der Himmel ſonſt nebel= und wolkenfrei iſt; d) je ſchneller die Bewegung der Nordlichtſtralen, um ſo größer die Wirkung derſelben auf die Magnetnadel, gleichviel, ob ſie ſich dabei wenig erheben, oder den Zenith erreichen; e) niedere Temperatur ſcheint das Stralenergießen beſonders zu begünſtigen, f) es iſt ſeltener zwiſchen dem erſten Viertel und dem Vollmonde, als in jeder anderen Phraſe; am häufigſten ſind ſie zwiſchen dem letzten Viertel und dem Neumonde; g) in den Jahren 1825 und 1826 wurde das Nordlicht am Bärenſee 343mal beobachtet; nie ſchien es beſonders hoch zu entſtehen, da es untere Schichten dichter Wolken beleuchtete.

2) Auch vulkaniſche Eruptionen und Erdbeben ändern kurze Zeit hindurch die Abweichung der Magnetnadeln; I. 60 ff., 68 ff. Wahrſcheinlich auch Feuerkugeln.

3) Halley hielt das Nordlicht für ein Phänomen der von ihm angenommenen, und dieſer Annahme gemäß den Nordpol umſtrömenden, nach dem Aequator zu ſich zerſtreuenden und nach dem Südpol zu ſich wieder ſammelnden und in denſelben eindringenden magnetiſchen Materie; Phil. Transact. Nr. 347. Mairan für Theile der Sonnenatmosphäre, in welche die Erde von Zeit zu Zeit trete, während deſſen davon mehr oder weniger an ſich reiße, und vermöge der geringeren Schwungkraft in ihrer Polnähe, ſie nach den Polen zu abfließen mache; Mem. de Paris 1748. 343. Hell für Spiegelung des Sonnenlichtes von platten Eisflimmertheilchen der Polarluft; Append. ad Ephemerides astron. Anni 1777. Ueber Franklin's und Lichtenberg's Anſichten ſiehe oben S. 509. Dalton betrachtete die leuchtenden

---

nere Rand des Bogens war beſonders ſehr ſcharf begränzt, der Bogen ſelbſt etwa 2° bis 3° breit." P's Ann. a. a. O. S. 619.

Stralen als cylindriſche Magnete: unter einander und mit der magnetiſchen Inclination parallel; G's Ann. XV. 205. Behrens für — E herabſinkender Schneetheilchen; a. a. O. XXIII. 30. Biot für Metalldampf-Wolken, welche den Luftſchichten die Elektricität entziehen (vergl. oben S. 507) — deren Ueberſtrömen das kniſternde Geräuſch hervorbringe; a. a. O. LXVII. 173 ff.; Thienemann für leichte Waſſerdunſtwolken, welche die Luftelektricität ſammeln (oben S. 510) Hanſteen für den Erfolg der Vereinigung + und — M (alſo ähnlich wie Halley) Schmieder für das Verbrennungsphänomen vulkaniſch entwickelter brennbarer Gaſe (oben S. 515) zumal der Meervulkane. Deſſen: Etwas zur Erläuterung über einige phyſikaliſche Neuigkeiten. Kaſſel 1817. 8.

4) Ob das Licht der Nordſcheine elektriſchen Urſprunges ſey, müßte ſich mittelſt des Prisma, nach Fraunhofer's Verfahren (I. 21 und II. 1ſte Abth. 72) prüfen laſſen.

5) B. v. Wrangel bezeichnet Sibiriens Nordlichter unter andern folgendermaaßen: Am nördlichſten Horizonte, wenn er unbewölkt iſt, zeigt ſich ein heller, farbloſer Streifen, in Form eines Kreisſegments, deſſen horizontale Weite anfänglich nur 20°, dann aber bis 80° und 1° bis 6° ausmacht. Das Licht deſſelben iſt ruhig und nicht ſo ſtark als das des Vollmonds. Dann ſchießen von Zeit zu Zeit aus dem Segmente, am häufigſten aus deſſen Oſtſeite, unruhigere und lichtvollere Stralenbündel aufwärts und erhalten ſich einige Zeit als bewegliche Säulen, welche ſich, wie nach dem Winde, biegen und krümmen. Dieſe Bewegung iſt ſo merklich, als die der Wolken bei ſtarkem Winde. Andere Säulen entſtehen aus dem Segmente, als wären ſie von den erſteren angezündet. So ſchwingt ſich die ganze Säulengeſellſchaft nach einer gemeinſchaftlichen Richtung hin und her; allmälig verſchwinden ſie, eine nach der andern, nach 2 — 3 Minuten. Zuweilen erzeugen ſich ſolche Säulen, von ſtärkerem Lichte als das Segment, im Segmente ſelbſt, deren einige nicht über daſſelbe hervorragen, andere aber hoch herauf ſchießen. Der Glanz aller dieſer Säulen iſt merklich ſtärker als jener des Segments, aus welchem ſie zu entſtehen ſcheinen. Nach den Säulen verſchwindet auch das blaſſere Segment. Waren erſtere aber ſehr unruhig, ſo verſchwindet oft die regelmäßige Figur des ruhigen Scheins und es bilden ſich unregelmäßige, krumm- und geradlinige Lichtfiguren, bald zuſammenhängend, bald getrennt, die eine Viertelſtunde (auch länger) ſich erhalten, blaſſer werden und dann ganz verſchwinden. Iſt eine Säule zum Zenith hinaufgeſtiegen und befindet ſich der volle Mond in der Höhe, ſo zieht ſich jene zu einem Lichtſtreif um den Mond, in einer Entfernung von 20° bis 30° von ihm zuſammen, verweilt in dieſer Form eine Zeitlang und verſchwindet dann. Bis zum Zenith ſich erſtreckende Säulen löſten ſich verſchwindend, in kleine lichte, weißliche, oft am folgenden Tage noch ſichtbare, krauſe Wolken auf (und giengen alſo in dieſer Form in Polarſchimmer über. K.) Oft erſcheinen dunkel-

blaue Wolken (ähnlich den Dünſten des Eismeers, bei deſſen plötzlicher, ſtellenweiſer Oeffnung) unter dem Segment. Beim Säulenſchießen wurde kein Krachen, und nur bei großer Lichtintenſität, wie es ſchien, ein Geräuſch gehört, ähnlich dem Blaſen eines ſchwachen Windes. In früheren Zeiten waren, der Einwohner (in Niſchne-Kolynsk) Ausſagen zufolge, die Nordlichtſäulen ſtärker und häufiger und zeigten ſich regenbogenfarben; v. W. ſah ſie nur weißlich. An den Küſten des Eismeers ſind die Säulen häufiger und ſtärker als landeinwärts; am ſtärkſten ſind ſie im November bei eintretendem Froſt, ſeltener im Januar, wenn die Kälte das Maximum erreicht hat (im Nov. 1822 gieng ein ähnliches —?— Leuchten der heftigen Kälte voran. K.). Wenn Sternſchnuppen im Bezirk der Nordlichte erſcheinen, ſo entzünden ſich an der Stelle, wo die Sternſchnuppe durchgieng, ſogleich Feuerſäulen, die dann von ihrem Entſtehungsorte ſich ſeitwärts (mit dem Winde) bewegen und an deren Stelle dann andere Säulen und Stralenbüſchel. — v. W. folgert aus dieſen und ähnlichen Beobachtungen: daß das Zufrieren des Eismeers die Entſtehung der Nordlichter begünſtige vielleicht durch ſchnelles Ausdünſten während des Gefrierens, vielleicht auch durch Elektricität-Entwickeln mittelſt Aneinanderreiben durch ſtrenge Kälte ſehr erhärteter, ſchwimmender Eismaſſen. (Allein die gewöhnliche Elektriſirmaſchine verliert ihre Wirkſamkeit in ſtrenger Kälte; vergl. Ruhland's Syſt. d. Chem. S. 36 und 149. K.) und daß das Nordlicht nicht immer in ſehr hohen Regionen, ſondern oft der Erde bedeutend nahe (einmal, wie es v. W. ſchien: näher denn die Wolken) vorkomme; K's Arch. XIII. 184 ff. — Parry ſah einmal (den 27ſten Januar 1825 gegen Mitternacht) auf ſeiner 3ten Reiſe nach Amerika's Polargegenden, aus der Lichtmaſſe eines geräuſchloſen Nordlichts einen glänzenden Stral ſich losreißen und ungefähr 3000 Ruthen von ihm auf die Erde herabſtürzen. A. a. O. 160. — War dieſes eine die Lichtmaſſe paſſirende Sternſchnuppe? Im Laufe des gen. Winters hatte Parry ſehr häufig Gelegenheit Sternſchnuppen zu beobachten, und ihnen folgte beſtändig eine Aenderung der Temperatur. Zu Port Bowen ſah man den 8. December 1828, 7½ Uhr Abends, unter 73°13′ nördl. Br., bei einer Kälte von —28° C. ſehr glänzende Sternſchnuppen; am 9ten December Abends 4½ Uhr bei —27° C.; am 12. December, kurz vor Mitternacht, bei —27° C. unter andern eine, die einen Streifen kleiner Funken hinterließ, und am 14ten December, Morgens zwiſchen 5 und 6 Uhr mehrere Sternſchnuppen bei —32° C.; am 4ten und 7ten Febr. 1825, welche bei —33° C. und —34° C. — Während der ganzen Dauer des Aufenthalts der Expedition zu Port-Bowen zeigte eine 115 Fuß über dem Meeresſpiegel, auf der Spitze des Hauptmaſtes des Schiffes Hecla; Arago in den Ann. de Chim. et de Phys. XXXIII. und daraus in P's Ann. a. a. O. — Arago ſah übrigens die Nordlichter ſchon auf die Magnetnadel wirken, wenn erſtere noch unter dem Horizont waren; vergl. oben S. 507 und P's Ann. VII. 127. IX. 164.

6) Biot fand in dem Lichte des Nordlichts nicht die geringſten Spuren von Licht-Polariſation; Deſſen Experimentalphyſ. überſ. von Fechner, 3te Aufl. III. 93.

7) Patrin erklärt das von Gmelin erwähnte Geräuſch für ein, G. zu Jeniſeisk 1741 aufgebundens Mährchen; Gilbert's Ann. XXXVII. 346. Gmelin erwähne bei 3 Nordlichtern, die er ſelbſt geſehen keines Geräuſches, Pallas habe bei ſeinem 6jährigen, und er ſelbſt (Patrin) bei ſeinem 9jährigen Aufenthalte in Sibirien zwar viele Nordlichter geſehen, aber kein Geräuſch dabei vernommen. Auch Egede, der 15 Jahre in Grönland lebte, und Horredow, der 116 in Island beobachtete und beſchrieb, gedenken des Geräuſches nicht, ſo wie denn auch L. v. Buch auf ſeiner Reiſe durch Norwegen nur Zeugniſſe für ſtille Nordlichter erhielt, und auch Thienemann und Richardſon verſichern Aehnliches, letzterer fügt jedoch hinzu: daß einſtimmige Zeugniſſe der Creeks, Kupfer-Indianer und Esquimaux, ſo wie ältere Reiſende das Gegentheil verſichern, indem ſie behaupten: daß die Bewegung des Nordlichts zu Zeiten hörbar ſey.

8) Biot hält dafür: daß nur jene Nordlichter, welche ſich ſehr tief ſenken, hörbar ſind; möglich iſt es indeß wohl, daß die Hörbarkeit des Nordlichtes einem ſelteneren, das Nordlicht manchmal, den Nordſchimmer nie begleitendem, an ſich noch unbekanntem Phänomene (vielleicht einer Luftbewegung, die das für das Nordlicht iſt, was der Gewitterſturm für das Gewitter) ſeinen Urſprung verdankt. — Auſſer dieſem Geräuſche erinnert übrigens an die elektrometeoriſche Beſchaffenheit der Nordſcheine noch die Auſſage jener Reiſenden, welche Torb. Bergmann zufolge (Opusc. phys. et chim. T. V. p. 297) auf dem norwegiſchen Gebirge vom Nordlichte umhüllt wurden und dabei einen ſtarken (ſog.) Schwefelgeruch verſpürten; vergl. oben S. 516.

9) Aus verſchiedenen Nordlichtern, welche zu Rom, Paris, Kopenhagen, Stockholm ꝛc. gleichzeitig geſehen worden, berechnete Meiran, daß der leuchtende Bogen der Polarlichter faſt ſtets über 100 Meilen von der Erde entfernt iſt. Hieraus möchte man faſt verleitet werden anzunehmen, daß angeblich ſehr niedrig erſchienene Nordlichter nicht die Phänomene ſelbſt, ſondern die unterwärts gehenden Bilder ihrer Stralenkrümmung geweſen ſeyn? Vergl. oben S. 463 u. 476.

10) Auch Parrot leitet, wie Schmieder (oben S. 521) die Nordſcheine von der Entzündung gaſiger Waſſerſtoffgemiſche ab, deren Entzünden nach Wrangel (oben S. 522 Anm.) durch Sternſchnuppen bewirkt wird; vergl. Schön's Bemerkungen über das Nordlicht (vorzüglich in Beziehung auf Wrangel's Beobachtungen und Parrot's Hypotheſe) bei K. XIII. 184 ff. Hanſteen hält den Träger der Leuchterſcheinung im Nordlicht ebenfalls für eine Ma-

terie irdiſcher Abſtammung, die aber erſt zum Leuchten gelange, wenn ſie weit auſſerhalb des Luftkreiſes ſich befinde. Sie ſcheine, ſo lange ſie in der Luft weile, dieſelbe zu trüben, wohin jene Art Schleierwolke gehöre, welche beim Erſcheinen des Nordlichts den Himmel wenige Minuten hindurch trübe, und eben ſo ſchnell wieder entſchwinde, letzteren wieder mit der vorigen Klarheit zurücklaſſend. Es ſcheide die Materie des Nordlichts die in der Luft aufgelöſten Waſſerdämpfe aus (wirke alſo entwärmend? K.), woraus ſich die ſchwarzen Nordlichtſtralen bildeten, die verſchiedene Beobachter (und Hanſteen ſelbſt) zu Zeiten geſehen haben. Auch ſtänden mit dieſer Trübung die Polarnebel in Verbindung.

11) Nach Gewittern zeigen ſich manchmal Nordſchein-artige Meteore; eines dergleichen ſah Oertel den 13. Mai 1787 zu Ronneburg. Es zeigte ſich auf demſelben Wege, den zuvor das Gewitter in der Luft genommen hatte. — Eine nordlichtartige (elektriſche) Wolke beobachtete den 23. Mai 1829 John Macvicar in der Gegend von Five; Brewster's Edinburgh Journ. of Science. New Series Nro. I. S. 117. (überſ. von Kämtz in Schweigger's Journ. LVI. 334 ff.).

12) Vergleicht man die von Ritter zu deſſen Nachweiſung der Periodicität der Nordlichter (ſo wie der Sternſchnuppen und Feuerkugeln) und der Gewitter, und beider Wechſel im Erſcheinen (R's phyſiſch-chemiſche Abh. III. 212 Anm.) angeführten Beobachtungen näher, und unter Hinzuziehung der neueren hieher gehörigen Thatſachen, ſo ſcheint daraus hervorzugehen, daß die von Ritter nachgewieſene Periode nicht ſowohl die „Nordlichter" als vielmehr die Nordſchimmer betrifft, und daß für „erſtere" die eigenthümliche größere Periode noch erſt geſucht werden muß. Ritter, der Sternſchnuppen und Feuerkugeln für Erzeugniſſe der Erdatmosphäre hielt, glaubte aus einigen dieſen Phänomenen, ſo wie den Nordſcheinen und dem Blitze gemeinſchaftlichen Erſcheinungserzeugniſſen (wohin z. B. der ſog. Schwefelgeruch gehört, den R. für wirklich auf vorhandenen Schwefel hinweiſend nimmt) folgern zu dürfen: daß der Unterſchied zwiſchen Elektrometeoren und Pyrometeoren wegfallen müſſe, indem jedes Elektrometeor auch ein Pyrometer und umgekehrt jedes Pyrometeor auch ein Elektrometer ſey, und weil — wie er vermuthete — dieſe ſämmtlichen Meteore elektriſch ſeyn, ſo weit ſie Licht, oder Licht und Wärme ſpenden, und ſo weit magnetiſch als ſie wägbaren Stoff (Schwefel, magnetiſche Metalle, Laug- und Erdmetalle ꝛc.) erzeugen oder ſchon erzeugt entlaſſen. Aber die heutige Chemie, die bei dem letzteren Theil der Annahme eine entſcheidende Stimme hat, kennet keine Thatſache, welche ſolcher Meinung das Wort redete (wenigſtens iſt Clarke's Behauptung; daß aus dem verſchiedenartigſten Stoffe vor dem Knallluftgebläſe Eiſen entſtehe, als allen mit anderen chemiſchen Thatſachen im ſchneidenden Widerſpruche der Prüfung unwerth erachtet worden) und zwingt da-

her R's Meinung dahin abzuändern: daß der wägbare Stoff jener Meteore als ſchon gegeben (am wahrſcheinlichſten in Gasform) in den Erſcheinungskreis jener Meteore gezogen werde.

§. 247.

Pyrometeore; vergl. I. 33.

38) Sternſchnuppen (Sternſchüſſe *) Stellae cadentes). Feurige fliegende Drachen (feurige Balken, Weſebäume; Trabes; Dracones ignei volantes). Leuchtkugeln (Nichtzerknallende Feuerkugeln; Globi lucentes) und Feuerkugeln (Globi ardentes; G. decidentes). a) Sternſchnuppen: In Form der Sterne verſchiedener Größe **) mit großer Geſchwindigkeit (oft 4 bis

---

*) Sternſchüſſe oder (gewöhnlicher) Sternſchnuppen nennt man auch gewiſſe gallertartige Materien, die man ſonſt ziemlich allgemein von wirklichen, zur Erde gefallenen Sternſchnuppen ableitete, und ſie für den wägbaren Träger des Leuchtphänomens nahm; ſpäterhin glaubte man dieſe Gallerten (von mir zum Unterſchiede von dem Leuchtmeteor: Sterngallerte genannt) lediglich von der Tremella Nostoc L. ableiten zu müſſen, die man nach Gewitterregen häufig zwiſchen Gras, nicht ſelten auf bloßen Steinen vollkommen ausgebildet und ohne irgend eine Verwachſung mit ihren Unterlagen darzubieten wahrnimmt (K. I. 455. VI. 376. VII. 428) neuere Unterſuchungen ein Buchner, Laſius u. A. (a. a. O. X. 261 ff.) zeigten jedoch, daß in vielen Fällen die Sterngallerten thieriſche Excrementen (vorzüglich der Fiſchreiher, und wie ſchon frühere Bemerkungen wahrſcheinlich machten: unverdaute Vögel-Excremente von Fröſchen) ihr Entſtehen verdanken.

**) In den älteſten Zeiten hielt man die Sternſchnuppen für fallende Sterne, dann für Sternauswürflinge. — Benzenberg (Deſſen und H. Brandes: Verſ. die Entfernung, die Geſchwindigkeit und die Bahn der Sternſchnuppen zu beſtimmen. Hamburg 1808. 8. und G's Ann. XIV. 52) unterſcheidet: 1) Sternſchnuppen erſter und zweiter Größe; bei denen eine Kugel wahrgenommen wird, begleitet von einem nachfolgenden, nach dem Verſchwinden noch einige Zeit leuchtenden und von erſterer etwas getrennten leuchtenden Schweife; 2) dergleichen ohne Kugel, mit einem

8 Meilen in 1 Sec.) die Luft nach den verſchiedenſten der Erde zugewendeten Richtungen durchſchießend, manchmal zu hunderten und darüber des Nachts bei heiterem Himmel wahrnehmbar *), wahrſcheinlich von den übrigen unter dieſer

---

Schweif, der vom äuſſerſten Ende an in kurzer Zeit verlöſcht und 3) kleinere, oft bis zur Scheinkleine der Sterne 6ter Größe und teleskopiſche; im letzteren Falle nur mit Kometenſuchern beobachtungsfähig. Hanſteen ſah eine dergleichen in der Nähe des Polarſterns. — Eine Anleitung zum Beobachten der Sternſchnuppen giebt Brandes bei Gilbert; LXII. 284 und eine zur Berechnung derſelben Mollweide a. a. O. S. 321. Am 12ten November 1799 ſah man viele Sternſchnuppen Morgens bei hellem Tage, an vielen Orten Europas und Amerikas; den 15. Sept. 1816 ſah ich ebenfalls eine Morgens kurz nach Sonnenaufgang, ohnfern Meinungen. — Zum Theil dürften hieher auch gehören jene helle Funken, welche man zuweilen durch Fernröhre neben der Sonne vorbei ziehen ſieht; der Umſtand: daß ſie ſich immer nur in der Nähe der Sonne zeigen, macht es jedoch, wie Göbel vermuthet (Schumacher's aſtron. Nachr. Nro 44) wahrſcheinlich, daß dergleichen helle Flecken zum Oeftern nichts weiter ſeyn dürften, als Staubtheilchen, die zufällig an der Blendung des Oculars hafteten und durch die im Brennpunkt des Objectiv entſtandene Erhitzung und daraus entſprungene Luftſtrömung (der kälteren Luft der entfernteren Theile des Innern im Fernrohr) ſeinem Brennungspunkte zu beweht wurden.

*) A. v. Humboldt ſtaunte über die ungeheure Menge von Sternſchnuppen zwiſchen Madera und der afrikaniſchen Küſte (Voyage T. I. 79). Beſonders häufig erſchienen ſie in der Nähe der canariſchen Inſeln. Jeden Augenblick fielen dergleichen, nirgends aber häufiger als in der Nähe der Vulkane von Quito und der vulkaniſchen Küſte von Guatimala. Einige ſind nicht weit ſichtbar und ſcheinen von beſonderer Art (vielleicht rein telluriſch gebildet) zu ſeyn; G's Ann. LXXV. 113. Gehören zu dieſen beſonders gearteten Sternſchnuppen auch jene, welche Nordlichter entzünden (oben S. 522). Placid. Heinrich hielt das Nordlicht für Licht des Polareiſes: das durch Phosphorescenz in Folge vorangegangener Inſolation entwickelt wird (Deſſen: Phosphoresc. d. Körper. Nürnberg 1811. I. S. 76. ff. Der Phosphorescenz theils des Eiſes, theils der Kalkgebirge ſchreibt P. H. auch das Vermögen zu die

Nummer (38) zuſammengeſtellten Meteoren nur der Entfernung und Größe nach verſchieden, und wie dieſe muthmaaßlich theils kosmiſche, theils dergleichen mit irdiſchen hochgehenden, entzündlichen Gaſen in Verein gerathene Stoffe darbietend, deren Leuchten jedoch, den beträchtlichen Höhen zufolge, in denen ſie vorkommen (1 bis 80, ja die teleskopiſchen von 800 bis 1000 Meilen; oben S. 39) weder durch Verbrennen, noch durch Luftzuſammendruck, ſondern vermuthlich nur durch Erglühen feſter Körper und Körperchen (Rauch- und Staubtheilchen) zum Entwickeln kommen dürfte *). Je höher, d. i. je weiter

---

Abenddämmerung zu verlängern; a. a. O. und dieſes Hdb. I. 413), wogegen freilich der Umſtand ſtreitet: daß viele Nordlichter noch kurz vor Einbrechen der Polar-Morgendämmerung geſehen werden, und: daß jenes Anzünden derſelben durch Sternſchnuppen hienach ganz unerklärlich bleibt; während, wenn die Lichtträger in den Nordlichttheilchen aus ſtarren Niederſchlägen der Gaſe beſtehen (oben S. 515) ein Anglühen derſelben, oder wahrſcheinlicher: ein Ueberſtrömen des E zu ihnen von der Sternſchnuppe wenigſtens nicht undenkbar iſt. — Ueber die Benutzung der Sternſchnuppen-Beobachtungen zur Beſtimmung der geogr. Länge: a. a. O. VIII. 482.

*) Das Verbrennen iſt in Höhen, bei denen man nicht nach Fuß, ſondern nach Meilen zählt, chemiſch unmöglich, weil in ſolchen Höhen die Verdünnungsgrenze, bei der Sauerſtoffgas noch das Verbrennen unterhält, längſt überboten iſt; eben ſo verhält ſich's auch mit dem Erglühen durch Zuſammendruck der Luft, denn den neueſten hieher gehörigen Verſuchen zufolge, wird Sauerſtoffgas durch bloße Compreſſion nicht zum Leuchten gebracht, und es gewinnen die Sternſchnuppen nicht an Leuchtkraft, wenn ſie ſich tiefer ſenken, ſondern ſie ſcheinen vielmehr eher daran zu verlieren, ſo als ob ſie (ſo wie auch die hochgehenden Leuchtkugeln) durch das blitzſchnelle Durchfliegen der höheren und das langſamere Durchſtreichen der niederen Regionen abgekühlt und damit zum theilweiſen Erlöſchen gebracht würden; Parrot Grundr. der theor. Phyſ. III. 488. So ſcheinen auch die Meteorolithen (Meteorſteine) entlaſſenden Feuerkugeln, an ihrer Oberfläche nicht zu verſchlacken durch Compreſſionshitze, ſondern durch

von der Erde Sternſchnuppen und verwandte Phänomene ſich bewegen, um ſo größer iſt ihre Geſchwindigkeit (eine Feuerkugel die 1758 beobachtet wurde, durcheilte die höheren Regionen mit einer Secundengeſchwindigkeit von 123915 Fuß); umgekehrt, je näher der Erde, um ſo langſamer ihre Ortsänderung. Die mancherlei Richtungen, die viele unter ihnen befolgen (während mehrere in der des magnetiſchen Meridians des Beobachtungsortes ihre Näherung zur Erde gewinnen) ſind vielleicht Folgen ihrer Abprallungen von der tieferen (dichteren) Atmosphäre, hierin ähnlich mehreren ſprungweiſe ſich bewegenden Leucht- und Feuerkugeln*). — Daß irgend eine Stern-

---

elektriſche Schmelzung. Chladni (über Feuermeteore und über die mit denſelben herabgefallenen Maſſen, nebſt 10 Steindrucktafeln — und deren Erläuterung — von v. Schreibers. Wien 1819. 8.). Aber auch der Elektricität vermögen ſie ihr Leuchten nicht zu verdanken, denn in ſo hohen Regionen, in welchen ſie ſich leuchtend bewegen, können ſie kein E beiſammen behalten; oben S. 27. Irre ich nicht, ſo iſt das Leuchten der ſämmtlichen unter Nro. 38 zuſammengeſtellten Meteore theils durch Inſolation erzeugtes Phosphoresciren, theils magnetiſch und durch Gravitationswirkung bedingt; wenn nämlich die urſprünglich ſehr wahrſcheinlich kometenartig ausgedehnten (II. 1ſte Abth. S. 627) Subſtanz dieſer Meteore in die größere Erdnähe gelangt, werden ihre Theilchen durch die Erde magnetiſch erregt und zugleich beſchleunigt angezogen; erſteres erhöht unmittelbar, letzteres (in ſofern es die weiterer Ferne hinterwärts gelagerter Maſſen deſſelben Erdkometen nähert) mittelbar die Anziehung der Theilchen, die ſolcher Geſtalt entweder nur als geſteigerte Anhaftungsziehung, oder als vollendete phyſiſche Bindung, oder auch als chemiſche Miſchung ſich geltend macht. Rein-kosmiſche Maſſen dürften hienach zunächſt nur durch Phosphorescenz zum Leuchten gelangen, dann aber durch magnetiſche Näherung und grativirende Zuſammendrängung ihrer Theilchen?

*) Vergl. Chladni in G's Ann. LV. 91 ff. Hieher gehört das in älteren Chroniken unter der Benennung Capra saltans aufgeführte Meteor; desgleichen die zu Hamburg 1649 den 1. September geſehen, in Sprüngen ſich auf und nieder

Sternſchnuppe wirklich zur Erde gefallen ſey, iſt nicht erwieſen; nimmt man indeß an, daß ſie dieſelben Meteore ſind, die uns bei größerer (Ausdehnung und größerer) Nähe als Leucht- und Feuerkugeln erſcheinen, ſo hat man wenigſtens Subſtanzen ihrer Art zur Erde gelangen ſehen; indeß muß man dann zugleich mit annehmen: daß die eigentlichen Sternſchnuppen, ſammt den meiſten der ſog. fliegenden feurigen Drachen und Leuchtkugeln entweder an der Erde vorübergehen, oder ſie in mitunter vielleicht ſehr lang gezogenen elliptiſchen Bahnen umlaufen*). — b) Feurige flie-

bewegende Leuchtkugel; desgleichen die ſehr hoch gehende, in ganz Italien, den größten Theil von Deutſchland und der Schweiz geſchaute vom Jahr 1719 (den 22ten Febr.); die am 28ten Mai Abends 9 Uhr im Jahr 1728 in der Oberlauſitz erblickte, eine dergleichen 1738 den 13ten Juli 11 Uhr Abends zu Paris beobachtete u. m. A.; vergl. a. a. O. Eine andere vom 11ten Febr. (Abends 6½ Uhr) 2806 zu Stockholm von dem damalig. portugieſ. Geſandten Lobo de Silveira beobachtete (Voigt's Mag. f. Naturk. XI. 537), die im Zenith erſcheinend ein dem Vollmond ähnliches Licht verbreitete, ſich abwechſelnd dehnte und wieder zuſammenzog, hält Chladni für eine in ſenkrechter Richtung abprallende Leuchtkugel; indeß fragt es ſich: ob dieſes nicht ein wirklicher Dehnungswechſel war (wie wir ſolches auch auſſer dem Sonnenſyſteme an gewiſſen Sterngebilden wahrnehmen; II. 1ſte Abth. S. 620; u. m. Experimentalphyſ. I. 232 ff.); denn mehr als einmal die Atmosphäre der forteilenden, in Drehung befangenen Erde ſenkrecht zu treffen, dürfte für Erzeugniſſe der oben gedachten Art (nämlich für muthmaßlich kosmiſche) unmöglich ſeyn. Man hörte bei dieſer Leuchtkugel übrigens ein dumpfes Sauſen und verſpürte ein Zittern in der Luft. Eine abprallende, noch nicht bis zum Zerplatzen gediehene, aus einem länglichen Feuermeteor (Lichtſtreif) ſich entwickelnde hieher gehörige Feuerkugel, ward den 23ten Auguſt 1812, Abends 9 Uhr, von Dr. Nieuwenhuis zu Utrecht beobachtet; a. a. O. 97 ff.

*) Ueber Erdkometen (deren Entſtehen ꝛc.) wohin ſämmtliche ſog. feurige fliegende Drachen und viel der Leuchtkugeln und vielleicht die meiſten Sternſchnuppen gehören dürften, vergl. II. 1ſte Abth. dieſ. Hdbs. S. 603. Maskelynes u. Farey halten Sternſchnuppen und Feuerkugeln für Satellitulas unſerer Erde; G's Ann. LV. 101.

gende Drachen; ſie ſind denen von Benzenberg als 2te Art bezeichneten Sternſchnuppen ähnlich; näml. Leuchtſchweife ohne Kugel (oben S. 525 Anm.) verbreiten gewöhnlich ein Licht von ungemein großer Intenſität und ziehen meiſtens in wenig ſchiefer Richtung wenig ſchnell (häufig: langſam) am Himmel (nicht ſelten in ſehr niederer Richtung) vorüber, ohne Hinterlaſſung körperlichen Rückſtandes. Hieher gehörten unter andern die ſchon von Plinius durch die Benennung feurige Balken bezeichneten Meteore; ferner ein prachtvolles Pyrometeor, das v. Trebra den 5. Sept. 1783 zu Zellerfeld am Harze beobachtete (Lampadius Atmosphärologie. S. 123 hält ſein Leuchten für elektriſch, weil es nicht zündete, ohngeachtet es nahe der Stadt vorüberzog); desgleichen vielleicht auch das ſehr hoch gehende, von Sternſchnuppen begleitete (oben S. 526 Anm.) vom 12. Nov. 1799, das zu Cumana, auf Labrador und Grönland, aber auch in Weißenfels, bei Weimar, in Karlsruhe in Baden ꝛc. geſehen wurde (Ritter's Abh. III. 160. *). c) Leucht-

*) Gleichzeitig mit dieſem Meteore wurde Erdbeben verſpürt; Ritter a. a. O. 168. Ueber mehrere dergleichen Meteore als Erdbebenbegleiter ſ. I. 64—65 dieſ. Hdbs.; unter andern ein auf dem Meere ſchwimmendes; ebendaſ. — Auch die feurigen Tromben (oben S. 580) ſcheinen zum Theil von ähnlichen Meteoren begleitete Waſſer- oder Erdtromben zu ſeyn. Ein jüngſt beobachtetes hieher gehöriges Phänomen beſchreibt Nöggerath bei Schweigger LVI 377 ff. Es ähnelte dieſe Trombe der von demſelben Naturforſcher früherhin beſchriebenen (oben S. 505 Anm.) entließ aber feurigen Dampf, der hierauf die Geſtalt einer Schlange von beiläufig 140 Schritt Länge annahm, deren Kopf nach NNO und der Schweif nach SSW (alſo nahe in den magnetiſchen Meridian) gerichtet war. In Zeit von 8—10 Min. hatte ſich der Schweif nach unten herum gewunden, und im Augenblick, als dieſer den Kopf berührte, endete das ganze Meteor, ohne etwas anderes zu hinterlaſſen als einen ſtarken ſchwefelartigen Geruch — den auch die meiſten feurigen fliegenden Drachen dort verbreiten ſollen (?) — wo ſie nahe der Erde vorüberziehen. Ueber ein ähnliches Meteor ſ. I. 63 dieſ. Hdbs. Ueb. das v. Trebra'ſche; Deutſch. Merkur. Oct. 1783.

kugeln. Sie unterſcheiden ſich von den feurigen Drachen durch ihre rundliche Form, ihre in der Regel beträchtlich größere Geſchwindigkeit, höheren Gang, bogenförmige Bahn und entſchiedene Neigung abwärts gegen den Horizont. Sie verſchwinden ſpurlos, entweder indem ſie (muthmaaßlich) in Gaſe ſich auflöſen, oder an der Erde vorübergehen, ohne deren Fallbeſtimmung bis zur Berührung der niederen Luftſchichten und der Erdoberfläche zu folgen. Sie leuchten meiſtens ſehr ſtark, und ſcheinen (und gleich ihnen auch die geſchweiften kugligen Sternſchnuppen) einen Schweif darzubieten: erzeugt durch den Widerſtand der Luft gegen ihre dunſtige Atmosphäre *). Sie wechſeln häufig ihre Bogenbahnen und verbreiten gemeinhin ein ſehr lebhaftes röthlichweißliches, auch wohl rothes und gelbrothes, ſelten bläuliches und noch ſeltener grünliches Licht. Manchmal begleiten ſie die ſog. ſchweren Gewitter. d) Feuerkugeln. Den vorhergehenden in Abſicht auf Leuchtung — und Ge-

---

*) Vergl. II. 1ſter Abſchn. S. 173 u. 533. Als Erdkometen (a. a. O. 604) betrachtet, dürften ſie bei großer Näherung zur Erde ähnliche Aenderungen erfahren, wie die Kometen bei großer Näherung zur Sonne; nämlich Verdichtungen und theilweiſe Zerſtörungen. Den Stoff zu ihrer Vergrößerung, wie zu jener der meiſten feurigen Drachen und der weiter unten zu beſchreibenden Schleimbälle dürften zum großen Theil darbieten die vulkaniſchen Gaſe, zumal die in der Aequatornähe der entſteigenden und oberhalb Aequatorialgegend durch die dort größte Schwungkraft zu größten Höhen hinauf gewirbelten und hintereinander gedrängten, ſammt deren Staubbegleitern; die mitſammen den muthmaaßlich aus kosmiſchem Staube gebildeten urſprünglichen Staubbläschen-Aggregaten (kosmiſchen Wolken) zu Verdichtern dienen. An Maſſengrößen fehlt es hiezu von Seiten der Vulkane nicht; denn ſehr wahrſcheinlich entlaſſen dieſelben bei ihren Feuerausbrüchen mehr an Gas, als ſie an Aſche, Steinen und Lava auswerfen. Auch ſelbſt die Verbrennungsproceſſe auf der Erde, vorzüglich die Hüttenproceſſe (oben S. 342), dürften Materialien liefern zur Ausbildung hieher gehöriger Meteore, ſo wie zur Schwängerung der Luft mit jenen Beimiſchungen, die Schleimbälle und die der Regen, Hagel ꝛc. aus den Wolkenhöhen mit herunter bringen; ſ. oben S. 195, 208.

ſchwindigkeit — ähnlich, unterſcheiden ſie ſich von denſelben hauptſächlich dadurch: daß ſie häufig von Wolkenbildungen und darin erzeugten Einzelgewittern begleitet erſcheinen, und daß ſie meiſtens in ſchiefer Richtung (oftmals in der Richtung von S nach W, oder SO nach NW *)) zur nie-

*) Wie z. B. der Steinregen zu Aigle im Ornedepartement, im J. 1803, der genau in der Richtung des magnetiſchen Meridians ſtatt hatte. — Die erzmetalliſchen Maſſen beſtehen meiſtentheils aus Eiſen, das in der Regel mehr oder weniger nach Stromeyer 10 — 11 Proc. Nickel-haltig iſt, auſſerdem auch wohl Kobalt, Chrom und Mangan enthält und mit Salpeterſäure genäßt, durch theilweiſen das Eiſen treffenden Angriff der Spiegelfläche, dem Damasceuerſtahl ähnelnde (v. Widmannſtädt'ſche) Figuren darbietet, ſchmiedbar iſt, obgleich es gewöhnlich eine, wie es den Anſchein hat: durch Schmelzung gewonnene kryſtalliniſche Figur darbietet, und an der Auſſenfläche, ſo wie in blaſigen Zwiſchenräumen, von einem Olvin- oder Chryſolithartigem Aluminſäure-haltigem ſilicinſaures Eiſen-, Nickel-Mangan-Magnit (vergl. Stromeyer bei K. IV. 1 ff.)-Erzeugniſſe bedeckt erſcheint. Das Gediegeneiſen dieſer Art iſt entweder äſtig oder zellig, oder derb. Zu den größten gehören die von Pallas in Sibirien entdeckte 1600 Pfund ſchwere (P's Reiſe III. 411), eine von 1800 Pfund, gefunden durch Sonnenſchmidt bei Zacatecas in Mexico; eine von 300 Pfund bei New Orleans, von 400 Centner bei Durango (durch A. v. Humboldt entdeckt) von 14000 Pfund in Braſilien und von 100000 durch Bougainville am Plataſluß gefunden; zu den kleineren bekannten: die bei Hraſchina ohnweit Agram in Croatien 1751 gefallene, von 71 Pfund, die 3 Klafter tief in die Erde drang ꝛc.; vergl. Chladnis Beſchreibung ſeiner Samml. vom Himmel herabgefallener Maſſen, in K's Arch. IV. 200 ff. Von den oxydiſchen, zum Theil dem Bimsſtein ähnelnden, mikroskopiſch unterſucht einzelne Gebirgsarten, oder vielmehr deren Zuſammenſetzungsgeſteine (z. B. Augit-, Albit-, Pyroxen ꝛc.-Kryſtalle enthaltenden (a. a. O. V. 498) ſind ebenfalls zum Theil ſehr beträchtliche Maſſen zur Erde gekommen. Die (oftmals vollkommen verſchlackte) Rinde der Meteorſteine zeigt hin und wieder ein blättriges Gefüge und ſchließt manchmal fremdartig ſcheinende Subſtanzen mit ein. Folgende Tabelle enthält überſichtlich die durch chemiſche Analyſe gefundenen Beſtandtheile einiger der bekannteſten Meteorſteine:

deren Luft ſich ſenkend in derſelben mit Knall oder Donner

A) Erzmetalliſche (Meteoreiſenmaſſe):

Fundort u. Entdecker.	Structur.	Beſtandtheile.	Name des Zerlegers.
1) Zwiſchen Krasnojask u. Abekansk in Sibirien zuerſt durch ein. Schmidt, dann 1772 wieder entdeckt durch Pallas.	Aeuſſerlich äſtig, innerlich faſt dicht; mit Höhlungen verſehen, worin derbe und kryſtalliniſche olivingrüne Körner.	A) des Kerns: B) der olivinartigen Subſt. Kieſelerde 38,48 Talkerde 48,42 Eiſenoxydul 11,19 Manganoxydul 0,34 Alaunerde 0,18	John Handwörterbuch I. 235 u. III. 57. Stromeyer; K's Arch. IV. 7—9.
2) Bei dem Dorfe Santa Roſa, auf d. Wege von Pamplona nach Bagota; gefunden von Cäcilia Corredor im J. 1810.	Voll kleiner Höhlen, ohne glaſigen Ueberzug, ſtreckbar, von körnigem Gefüge und weißem Silberglanz.	Zeigte keine Spur, weder von Kobalt noch von Mangan; ſondern nur Eiſen 91,41 Nickel 8,59	Mariano de Rivero und Bouſſingault; K. II. 105 ff.

B) Metalloxydiſche Verbindungen (meiſtens Metalloxydate mit wenigem untermengten Metall).

1) Zu Charſonville bei Beaugency d. 23. November 1810.	Aeuſſerlich, wie die meiſten Oxyd-Aerolithen, von einer dünnen, ſchwarzen Rinde umgeben; innerlich hellgrau, von einer ſchwarzen Ader durchſetzt. Körnig, viele metalliſche Eiſenkörner u. einzelne weiße Kügelchen enthaltend; in allen Theilen ſtark magnetiſch, von 3,712 Eigengew.	Kieſelerde 38,4 Metalliſches Eiſen 25,8 Magneſia 13,6 Thonerde 3,6 Kalkerde 4,2 Chrom 1,5 Mangan 0,6 Nickel 6,0 Schwefel 5,0	Vauquelin; ſ. Gilberts Ann. XL. 83 u. ff.

zerplatzen und dabei feſte, meiſtens zuſammenhängende, entweder dem Hauptantheil nach metalloxydiſche (ſteinige, erdige, gewöhnlich körnig zuſammengeſinterte, traßähnliche) oder erzmetalliſche Maſſen (Meteorſteine; Aerolithen, Meteorolithen; Baetylien der Alten) in Form eines ſog. Steinregen's entlaſſen; im letzteren Falle dürften ſie dem Hauptttheile nach kosmiſchen Urſprungs, im erſteren mehr kosmiſch-telluriſch ſeyn. — Die erzmetalliſchen Maſſen beſtehen meiſtens aus Eiſen, dem Nickel und Kobalt (d. h. zwei ebenfalls urſprünglich magnetiſche Metalle) untermengt ſind; doch ſcheinen auch andere Erzmetalle Feuerkugeln zu entſtammen; z. B. die bei Bahia in Braſilien iſolirt gefundene 2000 Pfund ſchwere Kupfermaſſe. Dagegen hält man die 1762 vom Dr. Löber in dem Straßenpflaſter zu Aachen aufgefunden, 15000 — 17000 Pf. ſchwere, ausgezeichnet polariſche, nach Monheim's Analyſe

---

2) Bei Erxleben, zwiſchen Magdeburg und Helmſtädt; den 15ten Apr. 1812; G's Ann. XL. 450. (Das Eigengewicht war 3,613 — 3,615.)	Stumpfeckige Maſſe, umgeben von einer rußbraunen Rinde, auf der Oberfläche viele Vertiefungen und körnige Erhöhungen darbietend; auf friſchem Bruch aſchgrau, matt, viele Glanzpunkte zeigend, nebſt ſehr kleinen kryſtalliniſchen ſtahlglänzenden und meſſinggelben Körnchen.	Magnetkies	Eiſen 5,025 Schwefel 2,952	Stromeyer; G's Ann. XLII 105 f
		Nickel-Eiſen	Eiſen 19,390 Nickel 1,579	
		Kieſelerde	36,320	
		Talkerde	23,584	
		Alaunerde	1,604	
		Kalk	1,922	
		Eiſenoxydul	5,574	
		Manganoxydul	0,705	
		Chromoxydul	0,246	
		Natron	0,741	

Merkwürdig iſt es, daß die in den Zwiſchenräumen des zelligen, gediegenen Eiſens vorkommende Olivin-artige Maſſe frei von Nickel iſt, da dieſes Metall doch in allen von Stromeyer unterſuchten Olivinen und Chryſolithen vorkommt. John will auch noch 0,08 Silicium, 5,50 Kieſelerde, Thonerde und Eiſenoxyd, und Spuren von Selen entdeckt haben.

aus 500,5 Eiſen, 90 Arſen, 4,5 Silicin, 3 Carbon und 2 Schwefel beſtehende Metallmaſſe gewöhnlich für ein Hüttenerzeugniß, obgleich dieſe Meinung faſt noch ſchwieriger zu vertheidigen iſt, als die entgegengeſetzte, der zufolge ſie einem wirklichen Meteorolithen angehört *). Von der Bitburger Eiſenmaſſe glaubte man lange Zeit hindurch auch, daß ſie ein mißglücktes Hüttenerzeugniß ſey, bis die Unterſuchungen von Gibbs, Nöggerath und G. Biſchof, Karſten, Stromeyer und John das Gegentheil darthaten **). Chladni zufolge zerfallen übrigens alle Meteor-Eiſenmaſſen in 2 Klaſſen: äſtiges mit durch Olivin ꝛc. ausgefüllten Zwiſchenräumen und derbes, meiſt von kryſtalliniſchem Gefüge. — Die Anſichten über die Abkunft und Entſtehung der Meteorolithen weichen ſehr von einander ab ***); daß mehrere der erwähnten verwandten Er-

---

*) John will darin Stückchen Holzkohle gefunden haben; deſſen Handwörterb. I. 235.

**) Sie wog urſprünglich 3300 Pfund, war hämmerbar, theils halbhart, theils am Stahl Feuer gebend, zeigte bei 13° R. 6,859 Eigengewicht, wohl magnetiſche Ziehbarkeit (wie Eiſen), aber keine Polarität, entwickelte beim Durchſchlagen (in Folge: in die Blaſenräume eingedrungenen Waſſers) Schwefelwaſſerſtoff und enthielt neben Schwefel-, Nickel-, Kobalt- und Mangan-Eiſen, weiches Eiſen. (Der Schwefelgehalt betrug 3,04 Proc.) Vergl. S's Journ. XLIII. 1 ff. LVI. 386. — Wollaſton giebt in der von Mornay bei Bahia in Braſilien gefundenen 14000 Pfund ſchweren Eiſenmaſſe den Nickel-Gehalt zu 4 Proc., Howard den des Meteoreiſens von Senegambien am Senegal in Afrika zu 5—6 Proc., hingegen jenen des ſibiriſchen zu 17 Proc. (?) an. Schmithſon — Tennant fand in der Eiſenmaſſe vom Vorgebirg der guten Hoffnung 10 Proc. Nickel, Stromeyer dagegen 10—11 Proc. und auſſerdem noch etwas Kobalt.

***) Sie laſſen ſich folgendermaſſen ſondern: 1) die Steinregen ſpendenden Feuerkugeln kommen aus fernen Weltregionen ſchon glühend zur Atmoſphäre (Muncke; S's Journ. XXX. 285) und ſind mithin keine erdatmoſphäriſchen Erzeugniſſe, ſondern,

zeugniſſe innerhalb der Gewitterregion weſentliche Veränderungen erleiden, und daß dabei die Elektricität eine

---

wie auch Chladni, Humphr. Davy (S's J. X. 132 und oben S. 528) u. m. A. annehmen ſämmtlich kosmiſchen Urſprungs, entweder aus Trümmertheilen eines angeblich zerſtörten Planeten (I. 403) oder aus ſich begegnenden kosmiſchen Dunſtmaſſen und Wolken, oder aus Erdkometen (Laplace; a. a. O. X. 74), die in ihrer Erdnähe an der Erdatmosphäre zertrümmerten (ſ. oben S. 531 Anm.) hervorgegangen; 2) ſie ſind theils Planetentrümmer (die erzmetalliſchen), theils Erdkometen-Erzeugniſſe (die oxydiſchen), theils erdvulkaniſchen Urſprungs (aber keine Auswürflinge; die Niederſchläge der Schleimbälle und verwandter Gebilde), jedoch ſo: daß letztere Erzeugniſſe die erſteren ſtets begleiten, während die Fremdplanetaren- und Erdkometen-Ankömmlinge nie ohne Beitritt von Atmosphärilien (z. B. von Sauerſtoff; aber auch von erdvulkaniſchen Stoffen zur Erde kommen. Kaſtner); ſie ſind unmittelbare Auswürflinge der Erdvulkane (de Luc). Sie widerlegt ſich durch die Bemerkung: daß die meiſten Steinregen fielen, während die Vulkane ruheten; das Vorkommen des kryſtalliniſchen Pyroxen, Olivin ꝛc., des Albit und der Hornblendekryſtalle (ſ. oben S. 532 Anm.) zeigen, gleich denen von Nöggerath am mexikaniſchen Meteoreiſen von Jiquipilco nachgewieſenen deutlichen Durchgängen, nur: daß ſie auf trocknem Wege entſtanden; d. h. daß die Feuerkugeln, denen ſie entſtammen, glühend heiß waren); 4) ſie ſind nicht erd-, ſondern mond-vulkaniſchen (ſeleniti-ſchen) Urſprungs (Olbers; Laplace). Wogegen ſtreitet: daß Mondvulkane nicht erwieſen und wenn ſie vorhanden, doch bis jetzt keine auf Eruption deutende Phänomene am Monde wahrgenommen wurden zu Zeiten der Steinregen; auch dürfte der faſt wolkenloſe, waſſerarme (vielleicht waſſerleere) Mond, bei ſeiner geringen Dichte ſchwerlich die dazu nöthige Wurfkraft zu entwickeln vermögend ſey; vergl. II. 1ſte Abth. 261, 262, 271 ff. Nach Poiſſon müßte nämlich der Steine zur Erde ſchleudernde Mondvulkan letzteren eine Wurfgeſchwindigkeit ertheilen von 6882 Fuß in 1 Sec.; nach Mayer eine Secundengeſchwindigkeit von 7700′; nach Schmidt eine von 9663′. Laplace's Berechnungen gemäß würde ein ſchwerer Körper die Erde erreichen, wenn er die Mondoberfläche mit 7863 Secunden-Geſchwindigkeit verließe, und ſich dabei in jener Ebene, in welcher ſich der Mond bewegt, in einer geraden Linie fortbewegte, die mit der nach dem Mittelpunkte gerichteten geraden Linie

noch näher zu prüfende Hauptrolle ſpielen dürfte, machen beſonders wahrſcheinlich, die Erzeugniſſe der:

---

einen Winkel von $10\frac{1}{4}$ Grad (oder weniger) machte. Befänden ſich dabei Mond und Erde in gegenſeitiger mittlerer Ferne, und ruheten ſie, ſo würde ein mit 8244 Fuß Sec. Geſchwindigkeit aufwärts zur Erde geſchleuderter Körper dieſe nach Ablauf von 2 Stunden 39 Min. und 26 Sec. erreichen, und dann angenommen, daß der Luftwiderſtand = 0 wäre, eine Fallgeſchwindigkeit von 34215 par. Fuß mit zur Erde bringen; m. Experimentalphyſ. I. 207 ff.; 5) ſie entſtehen lediglich und ſämmtlich durch Entwärmung hochaufſteigender Gaſe und Gegeneinander- und Zuſammenwirkung der Beſtandtheile der Erdatmosphäre, hauptſächlich: ſo weit dieſelbe von vulkaniſchen Gaſen und vulk. Staubtheilen erfüllt iſt. (Mayer, Diruf, Freygang, Wrede, Patrin, Lampadius ꝛc.) Heutiges Tages huldigen, wenn nicht die meiſten, doch viele Phyſiker dieſer Anſicht, weil ſie: am einfachſten ſey, da ſie weder fremder Weltkörper noch kosmiſcher Dünſte ꝛc. bedürfe; weil ſie dem Naturgange gemäß ſey, indem dieſer in einem ſteten Wechſel zwiſchen Entlaſſen und Binden der Stoffe und in der Luft: zwiſchen Verflüchtigung und Wiederfällung beſtehe (im obigen Falle: ähnlich der Hagelbildung,) am vollkommenſten die Gleichförmigkeit und Uebereinſtimmung in der Maſſe, der Structur und Auſſengeſtalt der Meteorſteine erkläre, und durch die Mitbeſtandtheile des Regenwaſſers (ſ. w. u.): Eiſen, Mangan ꝛc. ihre Beſtätigung finde. Auch kann man dieſen Gründen noch hinzufügen: die vulkaniſchen Gaſe, zumal die der Vulkane heißer Erdſtriche, werden auſſerordentliche Höhe erreichen müſſen, und zwar werden die erzmetalliſchen Dämpfe, (als die der dichteren; vergl. oben S. 515 Anm.) deren Dehnung vielleicht noch durch Elektriſirung unterſtützt wird, oder nach ſtattgehabter Abkühlung, lediglich durch Elektricität geſichert bleibt (vergl. I. 228), zu den größten Höhen hinaufwirbeln und unter dieſen wieder die ähnlichen ſich zu gleichen oder nahe gleichen Erdabſtänden erheben, wodurch die Bildung der relativ einfachern Meteorſteine (z. B. der Eiſenmaſſen) möglich werde. Erwägt man indeß: daß es ſich in Höhen von mehreren Meilen weder von Beibehaltung der Wärme, noch der Elektricität handeln kann, daß mithin in dieſen Höhen das Ausdehnungsprincip gebricht; ferner daß die chemiſchen Gegenwirkungen der Gaſe ſchon bei ſehr mäßigen Verdünnungen aufhören (und daß man den Steinfall nicht füglich mit einem Hagelwetter vergleichen kann, da erſterer als zuſammenhangende Maſſe, der Hagel aber als Zuſammenhang ge-

39) Schleimbälle und verwandte Meteore, d. h. theils Feuerkugeln, theils (gewöhnlicher) iſolirte röthliche oder ſchwärzliche Wolken, dem Anſehen nach ähnlich jenen Wolken, welche Meteorſtein-Feuerkugeln entwickeln, oder begleiten, von dieſen jedoch dadurch abweichend, daß ſie entweder nur organiſch (ternär) zuſammengeſetzte Niederſchlags-Erzeugniſſe darbieten, die nicht ſelten

---

winnende zur niederen Luft gelangt), ſo wird man wenigſtens veranlaßt: die Grundrichtigkeit jener Anſicht zu bezweifeln. Mehrere Phyſiker glauben übrigens ſchon darum der kosmiſchen Anſicht nicht huldigen zu dürfen, weil ſie es als erſtes Naturgeſetz betrachten, daß jeder Weltkörper für ſich bleibe. Dieſen entgegne ich: Nirgends dringt die Natur auf dergleichen Einſiedelung, ſondern ſie treibt Raumweſen vielmehr ſtets zu, gegen, und wo ſie gaſig (oder auch nur tropfbar) ſind: durcheinander; und — iſt es denn nicht bekannt, daß die Erde ſchon zum Oeftern Kometenſchweife und verwandte Gebilde paſſirte, ja iſt es nicht ſogar wahrſcheinlich: daß z. B. die Sonnenatmosphäre noch weit über die Erdbahn hinausreicht! Iſt es aber nicht wohl denkbar, daß die Atmosphäre zweier verſchiedenen gearteten Weltkörper gegen und durcheinander gerathen, ohne einander zu ändern, ſo muß ſolche Aenderung für die Erde dort nicht noch mehr eintreten, wo ihre Luft in Abſicht auf Axendrehungsſchwung ſchon beträchtlich hinter der Geſchwindigkeit des ſie mit fortziehenden Kerns (d. i. hinter dem feſten Erdkörper) zurückbleibt. Vergl. II. erſt. Abſchn. des Hdbs. S. 49 ff. 169 ff. 172, 175. — 6) Prouſt's Meinung: daß die Meteorolithen von den Erdpolen herſtammen, deren Polarlicht-Elektricität die Stoffe der Erde in feinſter Staubform entführe. Dann müßten aber die Meteorſteine nicht viel weniger häufig fallen, als die Polarlichter ſtralen, und ſie müßten näher den kalten Zonen an Zahl zunehmen, was beides nicht der Fall iſt. Eine Kritik der 1, 3, 4 und 5ten Anſicht lieferte Muncke in S's Journ. XXX. 259 ff. Ueber obengedachtes mexikaniſche Meteoreiſen mit deutl. Durchgängen ſ. S's Journ. XLVII. ff. Ueber einen Meteorſteinfall ohne ſichtbare Feuererſcheinung (zu Nanjemoy in Maryland) S's Journ. XLVI. 386 ff. Während übrigens die erzmetalliſchen Meteorolithe den ſog. einfachen oder oryctognoſtiſchen Foſſilien gleichen, ähneln die oxydiſchen den Gebirgsarten oder gemengten Geſteinen. Ueber den mit Fluthung verbundenen Meteorſteinfall in den See Kolub; S. I. 466—467.

zur wirklichen Entwickelung von Elementarlebweſen, und ſelbſt von ſchon entſchieden pflanzenartigen Organismen (Aerophyten), oder doch zu jener von organiſchen Bildungstheilen (zumal Schleim, Harz, Fett, faſerartige und leimartige Erzeugniſſe) gelangten, oder daß ſie dergleichen Gebilde in Begleitung anorganiſcher, wohl meiſtens erdvulkaniſcher, ſeltener meteorolithen-artiger Verbindungen entlaſſen. Sie fehlen vielleicht bei keinem Gewitter gänzlich, und ſelbſt dort, wo ſie in Leucht- oder Feuerkugelnform zur Erde kommen, erſcheinen ſie nicht ſelten in Begleitung zum Theil furchtbar heftig ſich entladende Einzelgewitter *). Die von ihnen entlaſſenen organi-

---

*) Während Blitze (d. h. elektriſche Entladungs- und Ausgleichungsfunken) die in der Luft vorhandenen organiſchen Dünſte mehr oder weniger zerſtören (oben S. 340) ſcheint vertheiltes E, zumal +E, dort, wo es in großer Verbreitung in den höheren Luftregionen ſich anhäuft, d. i. in der mehr gedachten elektriſchen Erdatmosphäre (oben S. 28 Anm.) aus organiſchem Stoffe (aus den ternären Verbindungen jener Dünſte (vergl. mit 13, 14, 341 und 342 Anm.) und ſelbſt ſchon aus dem Sonnenſtaube (oben S. 11) nicht nur Elementarorganismen, ſondern auch Aerophyten entwickeln zu können; eine Entwickelung, die ohnſtreitig vom Sonnenlichte unterſtützt wird, die aber der Auſſenwärme darum nicht bedarf, weil die Elektricität für dieſelbe zur Quelle wird. Schon das Erhöhen der Lebensfriſche (oben S. 341) der die Erde bewohnenden Organismen durch Elektricitätsverbreitung in der niederen Luft, redet dieſer Vermuthung das Wort, und nicht weniger der Umſtand: daß abgeſperrte Luft ihr Erfriſchungsvermögen verliert und daß, was ſonſt — als erzeugter Einzelorganismus — der Einwirkung auf andere vollkommnere Lebweſen entzogen worden wäre: nun wieder in organiſchen, muthmaaßlich gährungsfähigen und dabei giftige Naturen annehmenden Dunſt (oben a. a. O.) ſich auflöſt; ein Dunſt, deſſen Beſtand (organiſch-chemiſche Conſtitution) vielleicht mit dem des Erythrogen (oben S. 77 u. 78) übereinſtimmt, und der daher, wo er durch Aufnahme und Bindung von Stickſtoff Abänderung erleidet, ſich röthet, oder blauröthet, und ſo zur Erzeugung mancher Blutregen (K. VI. 275 VII. 116 XV. 476), und wo ihm ſtatt deſſen Kohlenwaſſerſtoffgas, oder auch Verbren-

ſchen Erzeugniſſe, ſind muthmaaßlich Erfolge elektriſcher Lebensregung innerhalb der elektriſchen Erdatmosphäre

---

nungserzeugniſſe der Vulkane (oben S. 8) zu Theil werden, zur Erzeugung bituminöſer, ſchleimiger, gallertartiger, ſüßlichklebriger, ꝛc. Schleimballniederſchläge hauptſächlich beiträgt. Vergl hiemit: I 342, 350 und Wrangel's u. A. Bemerkungen und Beobachtungen über den rothen Schnee, der W. zufolge durch die Lepraria kermesina, in andern Gegenden aber, z. B. auf den Pyrenäen aus Glimmertheilchen und röthlicher Gallerte (nach Ramond; I. 185; 218) beſteht; in C. G. Nees v. Eſenbeck: Ueber das organiſche Princip der Erdatmosphäre und deſſen meteoriſche Erſcheinungen. Schmalkalden 1825. 8. Ueber Pyrenäen-Schnee mit Opiumgeruch, Infuſorien innerhalb der Gewitteratmosphäre, rothen Hagel (beob. durch A. v. Humboldt) und weißen Schnee bei Piacenza, der ſich nach einigen Blitzen und Donnern plötzlich röthete ꝛc. ebendaſ., vergl. mit S's Journ. XLIV. 437, 452 u. ff. Einen ähnlichen Urſprung hat vielleicht auch das den pflanzlichen Seeerzeugniſſen ähnelnde, den 31ten Jan. 1686 zu Rauden in Curland gefallene, kohlſchwarze, blättrige, etwas elaſtiſche, runzliche, an dünnſten Stellen braungelb durchſcheinbare, leicht zerſchneidbare, nicht abfärbende, zähe, unmagnetiſche, entflammbare und dann verglimmende Meteorpapier, deſſen Aſche nach Th. v. Grotthuß und Berzelius viel Kieſelerde, nebſt Spuren anderer Oxyde und darunter auch Eiſen- und Manganoxyd, aber „keine Nickel" enthielt (S's Journ. XXX. 169 XXXIII 219 K. Arch. IV. 239) eine Zuſammenſetzung, die an jene der Aſche des rothen Schnees und an die eines rothen Staubes erinnert, der den 14ten März 1813 in der Stadt Gerace in Calabrien aus einer feuerfarbenen, zuletzt glühendem Eiſen ähnelnden, aus der durch den Staub gebräunten, die Sonne verfinſternden Regen entlaſſenden Wolke zur Erde fiel, und deſſen Fallen von ſeltſamen Luftgetöſen, Blitzen und Donnern begleitet war, und der ſelbſt elektriſch zu leuchten ſchien (Feuerregen; oben S. 503). Die erſtere beſtand aus Kieſelerde, Thonerde, Kalk, Mangan- und Eiſenoxyd und etwas unzerſtörter org. Subſtanz (S's J. XLIV. 456 — 459) letzterer (Sementini's Unterſ. zufolge; a. a. O. XVI. 130) aus Kieſelerde, kohlenſ. Kalk, Thonerde, Eiſen und Chrom. Der gewöhnliche Erdgehalt des unreinen Schnees entſtammt den Gebirgsmaſſen der Gegend, wo er gefallen; reiner Schnee ſoll reinſtes Waſſer ſeyn; (? ſ. w. u.; John a. a. O. XII. 218). War dieſer Staub das Verbren-

(oben S. 28, 37 und 38), vielleicht auch Abkömmlinge zertrümmerter Erdkometen (wie Steinmann vermuthet; S's Journ. XLIV. 458), wie z. B. jener muthmaaßlich urſprünglich kuglige, tellerförmige (acht Zoll Durchmeſſer und 1 Zoll Dicke zeigende) gallertförmige, betäubend-widrige, lederfarbene, ſchnell erbleichende Niederſchlag,

---

nungserzeugniß eines in Wolkenform erſchienenen Schleimballes, der angezündet wurde durch Blitz (erzeugt durch elektriſch erregende Wirkung der Erde auf die Wolke), durch Brennen die Wolke in Gluth zeigte und neben jenem Staube auch Waſſer als Orydat gewährte, das die elektriſch entladene Waſſermaſſe vermehren half? Eine ähnliche Wolke ſah man den 15ten Nobr. 1755 in ſehr beträchtlicher Höhe (nämlich geſehen zu Ulm, aber auch am Bodenſee und — in Rußland!) die ſich theils durch gefärbten Schnee, theils durch weinrothes Regenwaſſer entlud; S's J. XLIV. 462. Auch ſcheint hieher zu gehören der von Zimmermann den 3ten Mai 1821 beobachte pfirſichblüth-rothe Regen; K's Arch. I. 257, 267 ſo wie als nächſte Entſtehungsquelle deſſelben: Zimmermann's Pyrrhin (a. a. O. 289) eine ſchon organiſirte extractartige Subſtanz, die (hierin in Waſſer gelöſten ätheriſchen Oelen und vielen andern Bildungstheilen ähnelnd) ſalpeterſ. Silber röthlich, ſalzſ. Gold hingegen veilchenblau oder purpuren fäll't, und angeblich auch Theil haben ſoll an den ähnlichen Reactionen der Seeluft (a. a. O. 285). Es gab, neben brenzlich flüchtigen, organiſchen Röſtungserzeugniſſen, in der Luft bis zur Zerſtörung erhitzt: Kalk, Magnit, Kali, Eiſenoxyd und Manganoxyd, Salpeterſäure und Kohlenſäure. Es iſt nach Z. in allen Meteorwäſſern enthalten, löſt ſich leicht im Waſſer, (daſſelbe gelbbräunend) nicht im Weingeiſt, wird von Alkalien ins Grünliche, von Säuren ins Gelbliche getrieben und giebt trocken deſtillirt neben Pflanzenbrenzöl, auch thierliche Brenzerzeugniſſe. a. a. O. John's Behauptung entgegen fand Z. in jedem Schneefall eine ſchwärzlich metalliſche Subſtanz, die größtentheils aus Eiſen, Mangan und Pyrrhin beſtand; a. a. O. 310 (vergl. hiemit Thenard's und Moskati's Niederſchl. oben S. 342 Anm.) — Boerhave's Luftſchleim und die von Rudbeck u. A. beobachteten organiſchen Beimiſchungen der Luft (ſ. Rubland's Abh. in S's J. VI. 57) ſcheinen ſämmtlich hier zu gehören. Vielleicht auch jene färbenden, zum Theil dem Indigo im chem. Verhalten ähnelnden Gebilde der plötzlich gerötheten Seen, Quellen rc., K's Arch. IX. 375.

den am 13ten Auguſt 1819, Abends zwiſchen 8 — 9 Uhr eine glänzend weiß leuchtende Feuerkugel zu Amherſt in Maſſachuſets neben der Wohnung eines Chemikers fallen ließ (S's Journ. XXXIV. 136); desgleichen die von Prouſt (im Journ. de phys. LX. 188) erwähnte, bei Burgos gefallene, ſchaumartige Maſſe; die von Silberſchlag geſehene fauſtgroße, geruchloſe, elaſtiſche, nicht ſchmierige, zackige Maſſe voller Blaſen; die von Bergmann beobachtete, gallertartig ſchlüpfrige, von der Größe eines Kindskopfs ꝛc. G's Ann. VI. 235; jene ſchlammartige, deren Chladni und vielleicht die problematiſche, deren Raab (K. X. 262) gedenkt. Wenn nicht gänzlich, doch vorherrſchend erdvulkaniſch erzeugt, dürfte hingegen jener anorganiſche rothe Staub ſeyn, der bei manchen Gewitterregen und Gewitterſchnee, zumal bei ſolchen, welche vulkaniſchen Eruptionen folgen, aus den Wolken zu fallen pflegt (ſ. u.): hingegen mit den Erzmetall entlaſſenden Feuerkugeln von verwandter Abkunft, jener durch ſalzſaures Kobalt gefärbte Regen, welcher den 2ten November 1814 zu Blankenburg in Flandern fiel (G's Ann. XXXIII. 230. XXXXIV. 335 XXXVIII. 354), ſowie der zu Sterlitamak (200 Werſt von Orenburg in Sibirien) im Frühherbſt 1824 ſtattgehabte Aerolithen-Hagel (Hagelkörner von beträchtlicher Größe, deren Kern aus braunem, runzlichglänzendem, doppeltvierſeitig pyramidalen Kryſtallen beſtand, die — vielleicht goldhaltiges — Schwefeleiſen zu ſeyn ſchienen; K's Arch. IV. 196 ff.). Auch dürften den Schleimbällen ſich unterordnen jene beſonders gearteten Feuerregen, welche nicht wie der oben gedachte feurige Regen (S. 503) aus leuchtendem Waſſer, ſondern aus zündendem Feuer beſtanden, das nicht gelöſcht werden konnte. Vergl. Ruhland in S's Journ. VI. 40 ff.

40) Irrlichter und (bei beträchtlicher Größe:) Irrwiſche; Ignes fatui, ambulones). Erſtere ſah man ſonſt an ſumpfigen Orten, Kirchhöfen u. dgl. häufiger als jetzt

(vielleicht weil die Sümpfe zum größeren Theil in Wieſenland verwandelt, die Friedhöfe aber aus den Städten gelegt ſind?). Sie zeigten ſich in Form kleiner Flämmchen, die ſich bald ſchneller, bald langſamer hin und her bewegten*) nach Sonnenuntergang, zumal im Sommer und zu Anfange des Herbſtes, bei etwas niederem Barometerſtande, vorzüglich bei Windſtille (und Gewitterſchwüle) und ſchienen manchmal vollkommen zu ruhen (Volta: Briefe üb. d. natürlich entſtehende, entzündbare Sumpfluft. A. d. Ital. Winterthur 1778. 8. S. 61). Volta hielt ſie für Erzeugniſſe der verbrennenden entzündbaren Sumpfluft (a. a. O.) und Hermbſtädt's Beobachtungen (Militärchemie. Berlin 1822. I. 433) ſcheinen allerdings dafür zu ſprechen: daß jenen Gegenden entſteigendes ſelbſtentzündliches Phosphorwaſſerſtoff zum Theil hieher gehörige Erſcheinungen zu gewähren vermöge. Auſſerdem mögen auch wohl mikroskopiſche Leuchtthierchen (von jener Art, wie ſie im leuchtenden Meerwaſſer; vielleicht auch im leuchtenden faulen Holze, leuchtendem Seefiſchfleiſch ꝛc. vorkommen; vergl. I. 410 ff.) hin und wieder für Irrlichte genommen worden ſeyn; viele der eigentlichen Irrlich-

---

*) Oder, wie es in Erxleben's Naturl. 6te Aufl. beſorgt von Lichtenberg §. 757 S. 729 heißt: die fliehen vor dem, der ſie verfolgt (d. i. der die Luft vor ſich hinwegtreibt K.) und verfolgen den, der ſie flieht (d. h. der Luft adhärirend nach ſich zieht, und ſo einen Strom erzeugt, ähnlich dem Waſſerſtrom, den jedes ſegelnde Schiff im Waſſer hinter ſich herzieht K.). — Ich ſah ſie ſtets um mehrere Fuß hoch ſich über den Boden erheben, und ſah ſie auch in Zeiten leuchten — wo z. B. leuchtende Johanniswürmer-Weibchen (die wohl hin und wieder für Irrlichter genommen worden ſeyn mögen) ihre Eier ſchon längſt gelegt hatten, d. i. in Zeiten, in denen ſowohl bei den geflügelten Männchen (die, wenn ſie phosphoresciren, nur 2 bläuliche Lichtpunkte unten am Bauche darbieten) als bei den ungeflügelten, weit ſtärker leuchtenden Weibchen des Lampyris Noctiluca das Leuchten ſchon aufgehört hat; ſ. K's Arch. III. 180.

ter und mehr noch die Irrwiſche, möchten hingegen theils Verbrennungserſcheinungen ſchleimballartiger Körper, theils beſonders geartete, phosphorescirende Meteore ſeyn, die von den eigentlichen Schleimbällen ſich dadurch unterſcheiden: daß ſie von brennbaren Gaſen begleitet nahe der Erde erzeugt und ehe ſie noch höhere Luftſchichten erreichen phosphoresciren oder zur Entzündung gebracht werden. Wo man dergleichen Maſſen habhaft zu werden Gelegenheit hatte, bemerkte man an ihnen eine (fettige auf Papier Fettflecke erzeugende) Beſchaffenheit und Schwefelgeruch *). Mehr den feurigen fliegenden

*) „Auch die Irrlichter beſtehen in nichts weniger als in brennendem, gekohltem Waſſerſtoffgaſe, ſondern, wenn man ſie haſcht, ſo findet man eine gallertartige, froſchleichartige Maſſe, die etwas klebricht iſt, eine fette Feuchtigkeit in den Händen zurückläßt, und ſchnell zwiſchen den Fingern gerieben, gleich der Materie der Sternſchnuppen und Feuerkugeln, Schwefelgeruch verbreitet." — „Es giebt auch noch andere Meteore, in denen die Irrlichter in Verbindung mit anderen Feuermeteoren auftreten; hieher gehören die Feuer in der Treviſaner Mark 1754. Sie erſchienen immer plötzlich, hingen ſich an Alles, vorzüglich an Schilfgefüge, Strohdächer ꝛc. Bald bildeten ſie Funken in der Luft, ähnlich den Irrlichtern, dem ſich nähernden Beobachter ausweichend, bald Sternſchnuppen und Feuerkugeln. Sie zündeten nicht, dagegen früher, 1706—1723, in derſelben Gegend ſie ſehr verheerend waren. So daß es überhaupt ſcheint, daß alle dieſe Feuer bald nur in einem mehr phosphorescirenden, bald wirklich brennenden Zuſtand exiſtiren können, dagegen der Schwefelgeruch ſie immer begleitet?" Ruhland in S's Journ. VI. 40—41. — „Auch iſt es wahrſcheinlich, daß der ſog. Honigthau, den allein auf Pflanzen-Excretion zurückzuführen ohnehin vergebliche Mühe iſt, nnr eine Abänderung des (weder phosphorescirenden noch brennenden) Schleimregens — d. i. zertheilter Schleimbälle — ſey. Silberſchlag (deſſen: Theorie d. am 23. Juli 1792 erſchienenen Feuerkugel. Leipzig 1764. S. 47) fieng 1750 Honigthau auf Papier auf, und ſah ihn ſich durch Eindunſten zum dicken, klebrigen Saft concentriren. Der neueſte hieher gehörige Fall iſt wohl der auf mehrere Meilen ausgebreitete Schleimregen zu Ulm im März 1813, der nach einen Gewitter

Drachen ähnlich ſcheint jener ſog. Irrwiſch geweſen zu ſeyn, deſſen Shaw (Erxlebens Naturl. 6te Aufl. S. 730) gedenkt. Er entſtand aus einem Irrlicht, und ſchmolz wieder zu einem zuſammen; und das einige Mal abwechſelnd."

41) Vulkaniſches Feuer; Erdbeben-, Erdbrand- und Erdgasfeuer; vergl. I. §. 33. S. 57 und §. 36. S. 60 ff. §. 40. S. 84 ff., vergl. mit I. 51—55. In Nordamerika, Aſien (zumal Kleinaſien) und auch in Europa ſah man oftmals beim Erdbohren Quellen entzündlichen Gaſes hervortreten; wahrſcheinlich war dieſes immer der Fall bei den Erdbebenableitern, ſo lange dieſe im Gange erhalten wurden (I. 54 Bem. 9). Ueber den Urſprung dieſes Gaſes ſ. a. a. O. §. 38. S. 68 ff. Vielleicht ſind Erdnaphtha, Bergöl, Erdnaphthalin, Asphalt und ähnliche Erdhydrocarbone hauptſächlich Erzeugniſſe heftiger Zuſammenpreſſung des muthmaaßlich Erdbeben erzeugenden Kohlenwaſſerſtoffgaſes; eine Zuſammenpreſſung, die zu jenen Erzeugniſſen führt, wenn es in den Erdrindenhöhlen an Sauerſtoffgas fehlt, um Knallluft bilden zu können. — Ueber vulkaniſche Feuerkugeln ꝛc. a. a. O. S. 58. Ueber das Asphaltfeuer (z. B. die bei Pietra Mala ꝛc.) ſ. I. 85 ff. und Volta a. a. O. Auch das Sumpfgas (I. 393 ff.) ſcheint zum Theil hieher zu gehören, zumal jenes von Leuchtung begleitete (a. a. O. 399) Henry fand das gewöhnliche Sumpfgas zuſammen-

---

fiel, und ſich in gemeinen Regen allmälig auflöſte. Er bedeckte die Pflanzen und andere Körper mit einer klebrigen Kruſte, welche der nachfolgende Regen nicht mehr abwuſch." Ruhland a. a. O. 42. — Ein klebriger Regen fiel 1695 in Irland; Ritter's Abh. III. 216. Ein ſog. Blutregen unter andern: den 15. October 1755; alſo wenige Tage vor dem Erdbeben zu Liſſabon, nachdem am Tage ſtarker Hehrrauch geweſen. Das Waſſer, welches von dieſem Regen gegen Abend in einem mäßigen Gefäße geſammelt worden war, ſah Lambert nach einiger Zeit einen fingerhohen Schlamm abſetzen. Ritter a. a. O. Vgl. oben S. 540 ff. Anm.

geſetzt aus Hydrocarbongas, vermengt mit $\frac{1}{20}$ Volum Carbonſäure- und $\frac{1}{13}$ V. Azot-Gas *). Vergl. S's Journal XXXIII. 233.

§. 243.

Kapnometeore (trockne Lufttrübungen und Luftdunkelungen); vergl. I. 34.

42) Sonnenſtaub (Atmosphäriſcher Staub). Aehnelt in ſeinen Beſtandtheilen: Thon- und Kieſelerde, Kalk und Erzmetalloxyde, den oxydiſchen Meteorolithen (oben S. 533 Anm.), findet ſich auf den höchſten Bergen und auf dem Meere, wie auf niederem Lande, giebt ſich kund durch Spiegelung und Beugung des ſchief einfallenden Sonnenlichtes (oben S. 475 Nro. 15), und iſt häufig begleitet von Erdſtaub (I. 111 f. u. 128) ſeltener von vulkaniſchem Staub (I. 57). Vgl. I. 113. II. erſter Abſchn. S. 164.

43) Steinſtaubregen und verwandte Meteore. Vielleicht öfters: durch Gewitterwolken in engere Räume vereinter Sonnenſtaub, vielleicht auch durch Winde zuſammengetriebener kosmiſcher Staub, oder fein zerſtiebte oxydiſche Meteorolithen; manchmal auch, erweislich, in ſehr beträchtliche Fernen verſtiebter vulkaniſcher Staub. Ein ſehr auffallendes hieher gehöriges Phänomen fand ſtatt, 3 Tage lang, den 27, 28 und 29. Auguſt 1792 in der Gegend von La Paz in Peru; man hörte dabei Exploſionen, und ſah den Himmel leuchten. Chladni in S's Journ. XLIV. 480. Ueber einen ähnlichen aus einer ſchwarzen Wolke (den 23. Auguſt 1823) zu Mendoza in Südamerika entlaſſenen Staub; ebendaſ. Hinſichtlich der muthmaaßlichen Entſtehung gilt Zuvor-Bemerktes auch vom Sand-, Schwefel- und Blutregen.

---

*) Chlor zerſetzte es nicht im Dunkeln, ſondern nur unter Mitwirkung des Lichtes. Sein Eigengewicht war = 0,582 bis 0,586. Vergl. I. 118, 190.

44) Sandregen. Zu den merkwürdigſten gehören der im Jahr 1719 auf dem atlantiſchen Meer gefallene; Ritter's phyſ. chem. Abh. III. 216. Ueber einige andere ſ. Ruhland in S's Journ. VI. 46. u. G's Ann. XV. 311. Es erinnern dieſelben zum Theil an Link's Hypotheſe über die vulkaniſche Entſtehung des Sandes; dieſ. Handbuchs I. 123.

45) Schwefelregen (eigentlicher). Scheint ſtets unter Begleitung von Gewittern und Gewitterregen gefallen zu ſeyn. Der von Claus Wormius beſchriebene (Ruhland a. a. O. 43) der 1646 zu Kopenhagen fiel, erfüll'te die ganze Luft mit Schwefelgeruch, und zeigte, geſammelt und geprüft, das Verhalten des gemeinen Schwefels. Ein anderer der 1665 ebendaſelbſt und jener, welcher den 24ſten Mai 1801 zu Raſtadt fiel, verhielt ſich eben ſo (a. a. O.) *). Falls in der Luft vulkaniſch erzeugtes Schwefelwaſſerſtoffgas und nachfolgende ſchweflichte Säure zuſammentreten, ſo muß ſich auch Schwefel in Form feinſten Staubes niederſchlagen. — Sogenannten Schwefelregen kann man in der Nähe von Nadelholzwäldern faſt alle Frühjahre mit dem Frühlings-Gewitterregen zur Erde fallen ſehen **); es iſt der Blüthenſtaub (Pollen) der Tannen, Fichten ꝛc. der von elektriſchen Wolken angezogen, bei deren Entladung mit deren Waſſerregen wieder zur Erde kommt ***).

---

*) Ritter (a. a. O.) gedenkt in dieſer Hinſicht vorzüglich noch der Jahre 1658 und 1721.

**) Seit 10 Jahren, wo ich genauer auf ihn achte, habe ich ihn nie vermißt, und mehrmals hatte ich Gelegenheit, vor meinen Zuhörern einige Verſuche darüber anzuſtellen.

***) G's Ann. XVIII. 387. Aehnliche Bewandtniß dürfte es auch haben mit dem Fleiſchregen, Saamenregen (von den Wurzelknollen des Ranunculus ficaria herrührend), Erbſenregen, dem ſogenannten Blutregen (von der rothen blut-artigen Flüſſigkeit verſchiedener Schmetterlinge, zumal der

46) Blutregen, ſchwarzer Regen, und verwandte Niederſchläge. Ueber die Beſchaffenheit des ſie bildenden, theils unlöslichen, theils mit Waſſer aufquellenden, theils darin löslichen, rothen oder ſchwärzlichen Staubes, ſ. oben S. 536 und 539 Anm. Ueber den von W. T. Rau zu Ulm beobachteten; Nova Acta Acad. Nat. Curios. in T. II. 85. Ueber ſchwarzen Regen mit Verdunkelung der Luft zu Montreal in Canada; G's Ann. LXVII. 186 und 218. Vergl. mit dieſ. Hdb. I. 484 *).

47) Hehrrauch (Höhenrauch, Sonnenrauch, Heerrauch, Haarrauch, trockner Nebel, trockner ſtinkender Nebel; Pseudo-nebula). Weder durch Wolken, noch durch Nebel, ſondern durch rauchartige Atmosphärilien (mannigfachen Urſprungs) hervorgegangene Trübung des Himmels, die gemeinhin begleitet iſt von großer Lufttrockniß eigenthümlichem, meiſt brenzlich-elektriſchem Geruch und die in der Regel ſehr weit verbreitet erſcheint, oder ſtatt deſſen nacheinander bis auf ſehr weite Fernen hinaus ſich erſtreckt. Zu den drei Arten des Hehrrauches, die vom Vſſr. dieſes Hdbs in deſſen Arch. f. d. geſ. Naturl. II. 427 und ſeitdem auch von Anderen unterſchieden wurden, dürfte noch eine vierte geſellt werden, die weder 1) durch das Heide- oder Moorbrennen, noch 2) durch Gewitter, noch 3) durch die Eruptionen der Erdvulkane, ſondern 4) lediglich durch auſſerirdiſche (kosmiſche) Bedingungen

---

Baum- und Kohlweißlinge, zur Zeit der Begattung); a. a. O. XV. 311. XVIII. 332 ff. XXI. 126. Die Subſtanzen der Froſch-, Fiſch- und Schlangenregen (a. a. O. XLVI. 294, 300) dürften hauptſächlich durch Landtromben entführt und wieder entlaſſen worden; ſ. oben S. 504 ff. Ueber Seidenregen in Braſilien LXVII. 219.

*) Aeltere Schriftſteller ſprechen auch von Milch-, Silber-, Wolle-, Frucht-Regen ꝛc. Vergl. Thummig Verſ. e. gründl. Erläut. d. merkwürdig. Begebenh. in d. Natur.

zum Entſtehen gelangt, und nach Maaßgabe der Urſprungs-verſchiedenheit, auch durch Verſchiedenheiten in den Verhal-tungsformen unter ſich abweicht *). Ueber Hehrrauch

---

*) 1) Der Moorrauch (Moordampf; Landrauch; Haiderauch) iſt das Erzeugniß des mehr oder weniger langſamen, von vielen, durch Röſt- und Blauglutbitze entſtandenen, von Brenzge-bilden begleiteten Abbrennens (Abſchwellen's) der mit Haide-kraut bewachſenen torfigen Ebenen Oſt- und Weſt-Fries-lands, ſo wie verſchiedener Gegenden des Gröningerlandes, im Münſter'ſchen, im Saterlande, Oldenburgiſchen, Osna-brückiſchen, und auch in den nordöſtlichen Gegenden Deutſch-lands (z. B. hie und da in Pommern). Zu dem Ende wird das durch dieſe Ausbrennung zu gewinnende (Buchweizen-) Feld, um der weiteren Verbreitung des Feuers Einhalt zu thun, zuerſt umwallet, dann mit der Hacke aufgeriſſen und von der Windſeite her angezündet. Das ſich nun mit vielem Rauch verbreitende Feuer, unterhält man ſodann noch durch fleißiges Zerſchlagen der feſten Erdſchollen. (Nachdem Alles ausgebrannt iſt, wirft man in die noch heiße Aſche den Saa-men, der dann mittelſt einer leichten Egge in die Unterkrume des Bodens gebracht wird.) Die erſte Veranlaſſung zu dieſer Art von Urbarmachung des Bodens für Weſtphalen, gab der Prediger A. E. Bolen zu Halshauſen im Amte Aurich, im Jahr 1807 — aber ſchon lange zuvor hatte man in andern Gegenden Weſtphalens, ſo wie auch in Hinterpommern, ein ganz ähnliches Verfahren zu gleichem Zwecke befolgt. In der Ge-gend von Lingen (in Weſtphalen) wurde der durch Moor-brennen erregte Dampf zuerſt wahrgenommen: den 13ten Mai 1749. Solcher Dampf verbreitet ſich, nach Maaßgabe des Windes, oft ſehr weit (gegen 30 Meilen und darüber). Er iſt entweder nur riechbar (von Torfgeruch) oder auch beginnend ſichtbar: durch merkliche Lufttrübung, oder in Form einer von N oder NO ſüdwärts ziehenden dunkelen, in dieſer Hinſicht den Gewitterwolken ähnelnden Wolke ſchaubar, die, wo ſie ſich in die umgebende Luft dehnend verbreitet, die durch ſie erzeugte, oftmals ſehr ſtarke Dunke-lung mindert, zugleich aber auch (mit der Dehnung an Wär-mefaſſung gewinnend) empfindliche Kälte herbeiführt. — Solches Moorbrennen dauert bis zum Juli fort, ja ſelbſt bis Mitte Auguſt, und der Geruch deſſelben verliert ſich in dem Maaße, als der Wind der Verbreitung des Dampfes günſtig iſt. — Indeß iſt es, obiger Thatſachen ohngeachtet (vergl. K's Arch. II. 433 Anm.) dennoch nichts weniger als gewiß, daß der meiſte kältende Hehrrauch Moordampf ſey; denn Wieg-mann beobachtete dergleichen zu allen Jahreszeiten; im

ſteht übrigens zu vergleichen oben S. 8—9, 474 u. ſ. f. Ein nicht zu überſehender Antheil an der Bildung aller

---

Winter, wie im Sommer ꝛc. ſ. oben S. 541, weil 2) auch der Gewitter-Hehrrauch ähnliche Luftänderungen zur Folge hat. Dieſer bildet entweder (ſelten) einzelne bräunliche, bituminös-elektriſch riechenden Dunſt verbreitende Einzelwolken (und iſt dann wahrſcheinlich mit aus den gen. fernen Gegenden kommenden Moordampf beladen) oder, gewöhnlich, weit verbreitete bläuliche, elektriſch riechende Scheierwolken, trübt die Sonne, färbt ſie aber ſelten röthlichgelb (während Moordampf ſie, ähnlich den Waldbränden gemeinhin röthet, oder ſtark gelbet), ſondern mindert nur ihren Glanz ſehr merklich, ihr Anſehen ins Mattweißliche ändernd; erſcheint öfters kurz vor den Sommergewittern häufig bei und vor dem Wetterleuchten, und ſtellt ſich in den übrigen Jahreszeiten ein, zu Zeiten: wenn die Gewitter fehlen, oder doch nur ſelten erſcheinen. 3) Vulkaniſcher Hehrrauch. Dieſer geht manchmal den Erdbeben, gewöhnlicher den vulkaniſchen Ausbrüchen voran, und folgt letzterem (wenn gleich häufig nur auf kurze Zeiten und für wenig ausgedehnte Lufträume) in der Regel. Es ſcheint hieher vorzüglich zu gehören der Hehrrauch der guten Weinjahre, zumal jener des Jahres 1783 (deren Wirken auf Blütenförderung und Früchte-Zeitigung ſich größtentheils zurückführen laſſen dürfte: auf Nichtentlaſſen, ſondern ſtatt deſſen vermittelndes Zurückwerfen der Erdwärmeſtralen (und eben ſo auch die Wirkung der ſog. „Kometenjahre") I. 60 u. ſ. f. Im Sommer 1783 war dieſe Art Hehrrauch, muthmaaßlich hauptſächlich in Verbindung mit kosmiſchem Hehrrauche (weniger mit Gewitterhehrrauch) über einen großen Theil der nördlichen Halbkugel in beträchtlicher Dichte und mehrere Monate hindurch verbreitet. Trockniß und mitunter faſt unerträgliche Schwüle, die auch die Nacht hindurch dauerte, begleiteten ihn, und er endete mit dem Einbrechen von heftigen Gewittern in der Mitte Auguſts. Sein Geruch war auffallend elektriſch, hie und da ſchweflicht-bituminös. Sonne und Mond erſchienen roth, und letzterer war, wie die Sterne, oft kaum ſichtbar. 4) Kosmiſcher Hehrrauch. Den Himmel mehr oder weniger grauröthlich trübend, der Sonne, des Mondes und der Sterne Licht nicht ſowohl farbändernd, als mattend; ſelten durch Schwefelgeruch zunehmende Dichte verrathend, meiſt ohne merklichen Eigengeruch. In den Zeiten der Blutregen, Schleimbälle und Sternſchnuppen häufig, und gleich der 2ten und 3ten Art: durch Wärmereflexion die Luftwärme ſteigernd. Seinem Urſprunge nach dürfte er mit den

Hehrraucharten dürfte haben: der Hüttenrauch, und der dieſem ſich anſchließende Küchenrauch; ſ. oben S. 343.

§. 249.

Hydrometeore; vergl. I. 34.

48) Nebel (Nebula). Wenn Dunſtbläschen die niedere freie Luft in ſolchem Maaße trüben, das ſie uns für mäßig entfernte Gegenſtände undurchſichtig erſcheint, nennen wir das Trübende: Nebel, der daher, wo er vorkommt, für gegebene Lufträume immer beſteht aus: im ungewöhnlichen Maaße vermehrten, Waſſergas und Luft einſchließenden Dunſtbläschen. Wir unterſcheiden: a) die gewöhnlich ſehr dichten Meeresküſten-, Landſeen- und Fluß-Nebel, wie z. B. La Perouſe und Ellicott häufig ſahen (G's Ann. XXXII. 97, 112, 115, 325) vergl. oben S. 209; b) die noch dichteren Polarnebel (oben S. 208); c) die minder dichten, zum Theil flockigen Wald- (vorzüglich Laubholz-) und horizontal begrenzten Wieſennebel, und d) die noch dünneren, mehr gerundeten Fruchtland-Nebel, die von oben geſehen den Anblick des ſog. Nebelmeers gewähren; oben S. 232. Die Fluß- und Landſeenebel ſind nicht ſelten ſehr ſtinkend, zumal als Frühnebel, und vorzüglich als herbſtliche; ohne Zweifel in

---

Sternſchnuppen und Feuerkugeln in eine Klaſſe gehören. — Merkwürdig iſt in Hinſicht des Hehrrauchs auch die Sternſchnuppen-Fülle in der Gegend von Madera (oben S. 526 Anm.) und das regelmäßige Erſcheinen einer ſehr dicken, ſchwarzen Wolke, die ſich um Mittag: wie ein dünnes Vließ über die höchſten Gipfel der Berge Madera's erhebt, hingegen zur Zeit des bevorſtehenden Sonnenunterganges ſich wiederum ſenkt und verdichtet, ſo daß ſie die Nacht hindurch Stadt und Gegend überdeckt, und Wärme genug zurückwirft, um den Wachsthum der Pflanzen zu beſchleunigen; K's Arch. II. 429 ff. — Ob dieſe Wolke ihrem Hauptantheil nach Gewitterheerrauch iſt, muß erſt durch weitere Prüfung entſchieden werden.

Folge der im Waſſergaſe mit verflüchtigten, mehr oder minder mit in die Hüllenſubſtanz der Dunſtbläschen eingegangene fauligen, thierlichen u. pflanzenmoder-artigen Subſtanz. Hierüber, ſo wie über Entſtehung der Nebel überhaupt, vergl. oben S. 136 ff.; 209, 232, 239 und 343. Ueber ſog. Luftſpiegelung im Nebel: oben S. 482—483. Die Farbe des Nebels iſt gewöhnlich bläulich, oder weißlich grau, ſeltener ins Bräunliche ſpielend. Ueber fallenden und ſteigenden Nebel; oben S. 183 und 239. Ueber farbloſe Nebelbogen ſ. oben S. 451; über farbigen G's Ann. XXX. 102 *). — Wenn Berge und Wälder theils kühlend das Waſſergas der daran reichen Luft, und das durch ſüdliche Winde zugeführte (oben S. 384 ff. u. 392), theils thermohygroskopiſch zerſetzend in Dunſtbläschen und dadurch in Nebelſtreife und Nebelhüllen zerſetzen, ſo entſteht der:

49) Wald- und Bergrauch; ſ. oben S. 202 ff.; vergl. mit S. 136, 151, 207.

---

*) Es fragt ſich, ob es mit dieſen und ähnlichen Nebelbogen nicht überall, wo ſie geſehen wurden, eine ähnliche Bewandtniß hatte, als mit dem den 19ten December 1828 von Kämtz, nördlich von Halle a. d. S. beobachteten. Vergl. S's Journ. LVI. 388 ff. Dieſer beſtand aus einem Haupt- und Neben-Regenbogen, von denen der erſtere anfänglich eine Wolke im Hintergrunde hatte, der jedoch unverändert ſtehen blieb, als dieſe ſich entfernte. Dieſer Bogen erſchien dann auf dem blauen Himmelshintergrunde bald ſchwach gefärbt, bald weiß (vergl. oben S. 451). „Da zwiſchen dem Zenith und dem Regenbogen keine Spur von Wolken wahrzunehmen war; da der Regen auch ſchon einige Zeit aufgehört hatte: ſo iſt es wahrſcheinlich, daß die Regentropfen (welche in den oberen Schichten der Atmosphäre ſo ſchnell niedergeſchlagen wurden, daß ſie ohne ſichtbare Wolkenbildung herabfielen) in den unteren Regionen wieder verdunſteten, und daß die Stralen, welche in jenen Tropfen gebrochen wurden, die Urſache des Regenbogens waren. Eine optiſche Täuſchung, ein fortwährender Eindruck im Auge, läßt ſich wohl ſchwerlich als Urſache dieſer Erſcheinung annehmen.“ Kämtz a. a. O.

50) **Wolken** (Nubes). Das ſind in höheren Luftſchichten (oben S. 230 ff.) ſey es durch Abkühlung der aufgeſtiegenen (oben S. 259) oder durch ſüdliche Winde hinzugeweheten (I. S. 213) oder durch Winde verdichteten (a. a. O.) Nebel, oder durch damit verbundene elektriſche Anziehung entſtandene, entweder vereinzelte, oder gruppenweiſe verbundene, oder allgemein verbreitete Nebel. Luc. Howard hat das Verdienſt, ſie zuerſt ihrem Vorkommen und Auſſenformen nach ſyſtematiſch beſchrieben und geordnet zu haben; er unterſcheidet drei Haupt- und vier abgeleitete Formen; erſtere ſind die Feder- oder Locken-Wolke (Cirrus), die Haufenwolke (Cumulus) und die Schichtwolke (Stratus); letztere: die fedrige Schichtwolke (Cirro-Stratus), die geſchichtete (oder gethürmte) Haufenwolke (Cumulo-Stratus); fedrige Haufenwolke (Cirro-Cumulus) und die gehäufte fedrige Schichtwolke oder Regenwolke (Cirrocumulostratus; Nimbus). Vergl. G's Ann. XXI. 137 ff. LI. 1. Ad. Müller über Howard's Verſ. e. Naturgeſchichte der Wolken; a. a. O. LV. 102 ff. S. T. Forſter Unterſ. üb. d. Wolken u. a. Erſcheinungen in der Atmosphäre. A. d. Engl. Leipz. 1819. H. W. Brandes Beitr. zur Witterungskunde. Leipz. 1820. 8. S. 285 ff. und oben S. 225, 231 ff., 388, 404 und 448. v. Göthe hat dieſen Formen noch beigefügt die Wandwolke, Streifſchichtenwolke (Paries) und im Vorhergehenden iſt auſſerdem noch als allgemeinſte Wolkenform unter der Benennung Schleierwolke (Velum): jener Höhennebel aufgeführt worden, deſſen Dunſtbläschen noch zu vertheilt ſind, um ſich in irgend einer der genannten Wolkenformen begrenzen zu können; Zimmermann (K's Arch. I. 264) nannte ihn Schleier. Daß ſämmtliche Wolken zunächſt zerfallen: in Waſſer- (Waſſerdunſt-) und Eis-Wolken, von den erſtere die tiefer, letztere die hochgehenden ſind, wurde bereits oben S. 226 bemerkt. — Auf ſehr beträchtlichen Höhen

erzeugt auch ſchon die kleinſte Wolke ſehr empfindliche Kälte, wenn ſie vor die Sonne tritt (oben S. 388); über Hiehergehöriges beobachtet auf dem Glockner, ſ. G's Ann. XX. 248. Wie Kanonenſchüſſe auf Wolken zerſtreuend wirken; ebendaſ. XXVI. 219 u. oben S. 321. Ueber Züge der Wolken; ſ. oben S. 384 ff.; deren Farbe: S. 448 ff. Nicht ſelten ziehen hohe Berge ſichtbarlich die Wolken zu ſich hin; ja beim Veſuv erfolgt hiebei zu Zeiten ſichtbares Verſchlucken der angezogenen Wolke; G's Ann. V. 450 u. VI. 34. Ueber ihre muthmaaßliche magnetiſche Polarität ſ. a. a. O. LXXV. 11 und oben S. 508 ff. (Wie die Elektricität der Wolken mittelſt Nobili's Galvanometer zu beſtimmen ſey; ſ. Dr. Colladon's hieher gehörige Verſuche, in P's Ann. VIII. 336 u. 349*).

---

*) Nobili's „Galvanomètre à deux aiguilles" beſteht aus zwei gleich langen und faſt gleiche Intenſität beſitzenden, in der Mitte durchborten Magnetnadeln, die ſo auf einen Strohhalm geſchoben worden, daß ſie, einander parallel, in umgekehrter Richtung liegen. Um ſie aufzuhängen, zieht man durch den Strohhalm einen Faden, verſieht dieſen unten mit einem Knoten. Man umwickelt nun einen 22''' langen, 12''' breiten und 6''' hohen (aus dünnem Meſſingblech, oder Meſſingdräthen gefertigten) Rahm — deſſen Dimenſionen übrigens, ohne Nachtheil, dem jedesmaligen Zwecke gemäß abgeändert werden können — mit einem 0''',2 dicken, mit Seide überſponnenem Kupferdrathe dergeſtalt, daß die Windungen, nebeneinander liegend, zweimal die ganze Breite des Rahmens einnehmen, und in der Mitte eine Oeffnung bleibt, um die untere Nadel hindurchführen zu können, ohne ſie in ihren Bewegungen zu hemmen, hängt dann die Nadeln (von denen ſich alſo die eine über, die andere unter dem oberen Theil der Windungen befindet) mittelſt des zum oberen Strohhalmende heraus ragenden Fadens an einem Träger auf, ſo daß die obere allein ſichtbar bleibende Nadel zugleich für eine auf den Windungen befeſtigte Kreiseintheilung als Zeiger dient, um mittelſt derſelben die Größe der Ablenkung ableſen zu können, und verbindet hierauf die Enden des Kupferdrathes mit der galvaniſchen oder thermomagnetiſchen Kette; es wird ſofort der zwiſchen den Nadeln liegende Theil der Windungen, beide Nadeln, vermöge ihrer Lage, nach der nämlichen

1) Taf. III. und IV. enthält eine bildliche Darſtellung der genannten Wolkenformen; nämlich Taf. III. zu oberſt: drei verſchiedene Geſtalten der Federwolke, unmittelbar darunter: fedrige Haufenwolken (Schäfchen); unter dieſer links: Cirro-Stratus, aus nicht ſehr beträchtlicher Ferne geſehen; rechts: ein ausgebildete Haufenwolke. Darunter, in der Mitte: kleine, erſt im Entſtehen begriffene Haufenwolken, und links: eine ſehr entfernt am Horizont ſtehende fedrige Schichtwolke (vergl. oben S. 230). Taf. IV.; oben: verſchieden geformte fedrige Schichtwolken, wie ſie zwiſchen Regenſchauern geſehen werden; darunter, links: eine geſchichtete (gethürmte) Haufenwolke, die in die Regenwolke übergeht; rechts: geſchichtete Haufenwolken. Vergl. H. W. Brandes a. a. O. Zur weiteren Erläuterung möge dienen folgende:

Seite hin ablenken, und zwar, da beide an gemeinſchaftlicher Axe befeſtigt ſind und die Wirkung des Erdmagnetismus auf ſie, durch ihre gegenſeitige Lage, größtentheils aufgehoben iſt, weit ſtärker, als ſolches bei einer einzigen Nadel der Fall ſeyn würde. Auch iſt klar, daß durch die in einer Ebene neben einander lagernden Windungen die Wirkung beſonders verſtärkt werden muß, da die Nadeln bei dieſer Einrichtung nicht aus dem Wirkungskreis der Dräthe hinaustreten, wie es bei zuſammengeſchnürten Windungen der Fall iſt. Poggendorf a. a. O. 338—339. Um dieſes Inſtrument zur Beſtimmung der Gewitterwolken-Elektricität anzuwenden, ließ Colladon auf dem Observatorio des Collége de France eine mit einer Metallſpitze verſehene, 9 Meter lange Stange dergeſtalt neben dem höchſten Blitzableiter aufrichten, daß ſie noch um 1 Meter über denſelben hinausragte. Alſo hergeſtellt benutzte er ſie als Träger eines mit Seide umſponnenen Leitungsdrathes, der, eingeſchloſſen von einer Glasröhre, in das Zimmer hinabreichte, wo zuvor Nobili's Galvanometer aufgeſtellt worden war. An das eine Ende des Galvanometers befeſtigte er dann den Leitungsdrath, das andere verband er hingegen mit der Stange des Blitzableiters (mithin mit dem Erdboden). Kaum war der Apparat eingerichtet, als es zu donnern anfieng; die Galvanometer-Nadel, die anfangs auf 37° ſtand, wurde abgelenkt und oscillirte zwiſchen 34° und 32°. Die Richtung des Stromes zeigte, daß die zugeleitete Wolkenelektricität negativ war (was auſſerdem noch, nach Abreißung des Leitungsdraths, durchs Elektrometer beſtätigt wurde). A. a. O. 349.

Ueberſicht der Wolkenformen, ihrer Wandelungen und Witterungs-Beziehungen:

Namen d. Wolke.	Form.	Wandelung.	Witterungs-Beziehung.
Cirrus.	Zarte Fäden, die entweder als baumähnliche Verzweigung (Windbaum; Nordſchimmerwolken; ſ. oben S. 512 ff.) oder als herabhängende Locken oder als feine parallele Faſern, Strichwolken, die, wenn ſie ſehr lang, in Folge optiſcher Täuſchung — oben S. 475 — vom Zenith ab gegen den Horizont in einem gemeinſchaftlichen Punkte ſich zu vereinen ſcheinen *)), oder als ein Gewirre feiner Fäden, die aus einem etwas dichteren Theil der Wolke entſpringen, erſcheinen. Häufig ſind die gleichzeitig am Himmel erſcheinenden Federwolken vollkommen gleich geformt.	In der zartfaſigen Form die größten Höhen erreichend, ſ. oben S. 231. Manchmal von Queerlinien durchſetzte Fäden, die ſich allmälig verlängern, denen ſich zugleich aber auch Seitenäſte anfügen, die ſich zu Zeiten krümmen und wirrend durch einander ſchlingen, dabei manchmal divergirend, oder auch einer Federfahne ähnlich nach zwei Seiten hervorſproſſend; manchmal das Krümmen bis zur Lockenform fortſetzend.	Bei trocken bleibender Witterung mehr ſcharfrandig begränzte, bei eintretender Luftfeuchte mehr verwaſchen erſcheinende Fäden bildend; durch ſchief aufwärts gehende Winde in Windbäume übergehend; oben S. 178 ff. 231 ff.
Cumulus.	Vereinzelt: halbkuglig, über einer genau horizontal abgeſchnittenen Grundfläche; gehäuft, am Horizonte ſtehend: einem Gipfelglanz	Vgl. oben S. 237. Zuerſt gewöhnlich als kleines unförmliches Häufchen, in mäßiger Höhe über den Horizont erſcheinend, ſich dann allmälig vergröſ-	Vermehren und vergrößern ſie ſich nach der größten Tageshitze, ſo deutet es auf Regen oder Gewitter-

*) Vergl. auch Wrede: üb. d. ſcheinb. Lage paralleler Stralen in der Atmoſphäre u. ihre Anwendung zu meteorologiſchen Meſſungen (der Wolken); P's Ann. VII. 305 ff.

	darbietendem Gebirge ähnelnd, das theils hell beleuchtet, theils dunkel ſchattirt erſcheint. Ihr Entſtehen ſcheint beſonders durch Nähe von Bergen begünſtigt zu werden. Ihre vollendete Ausbildung iſt gegeben in den Gewitterwolken; ſ. oben S. 384.	ſernd u. vermehrend. Sie wachſen u. mehren ſich entweder über die heißeſte Tageszeit hinaus, u. dauern dann längere Zeit; oder ſie mindern ſich jenſeits d. größten Tageshitze, u. verſchwinden kurz nach dem nächſten Sonnenaufgange gänzlich.	regen; im Gegentheil auf trocknem Wetter. Ob Barrow's Ringelwolken, die B. am Pic auf Teneriffa ſchnell herabrollen ſah (Reiſe nach Cochinchina. Weimar 1808. 8.) hieher gehören?
Cirro-Cumulus.	Kleine, weiße, glänzende, meiſt rundliche, regelmäßig gereihete Wölkchen (eigentliche Schäfchen; auch entſtehender Cirro-Stratus gilt öfters für Schäfchen). Vorzüglich groß und rein begränzt ſieht man ſie Abends nach einem warmen Sommertage. Ihre rundliche Form erklärt man durch die Annahme: daß ſie ſtark poſitiv elektriſch ſeyen; man ſollte unter dieſen Umſtänden aber eher eine excentriſchſtralige Formung erwarten. (Ueber das Verhältniß dieſer, ſo wie der Haufen- und Regenwolken zu Halonen- und Nebenſonnen; ſ. oben S. 456, 458 und 466.)	Wie beim Uebergange des Cirrus in Cirro-Stratus, ſo entſtehen auch hier zunächſt Querſtreifen, indem aber die Durchſchnittspunkte ſich dehnen, bilden ſich Scheiben, aus deren Mittelpunkte faſrige Stralen auslaufen, die nun entweder ſich völlig zu Schäfchen ausbilden, oder wieder in die Cirrusform zurückkehren. — Howard u. Forſter meinen: es ſenke ſich der Cirrus, wenn er in dieſe oder die vorhergehende Form übergehe; oftmals beginne die Formänderung an einem Ende des Cirrus, nämlich in den dichteren Büſcheln, u. ſchreite gegen das Ende hin fort, u. oft ändern ſich alle am Himmel ſichtbare Federwolken nach demſelben Geſetze.	Nach Howard und Forſter bildet ſich dieſe Form: wenn ein wärmerer, waſſergasreicher Luftſtrom ſich über den kälteren hin ergießt; ſieht man nun bei ſolchem Aufheitern nur Schäfchen übrig bleiben, ſo beweiſt dieſes, daß Wärme genug hinzugekommen iſt, um die Dunſtbläschen niederer Luftſchichten in Waſſergas, und das Waſſer der überwehenden höheren in hochgehende Dunſtbläschen zu verwandeln, was nach langer Trübe, zumal im Frühling, ſchönes Wetter verſpricht *).

*) Dieſe Wolken ſcheinen übrigens hauptſächlich beizutragen zur

Cumulo-ſtratus.	Eine oben nicht mehr halbkuglige, ſondern unregelmäßig begrenzte, dichtere Haufenwolke, über deren Grundfläche Flocken herabhängen. Sie ſcheint meiſtens zu entſtehen durch Verbindung des Cumulus mit Cirro-Stratus, (auch wohl: mit Cirrus). — Sowohl dieſe, als beſonders auch die ferneren Formen dieſer Wolke, die ſie bei Uebergehen in Regenſchauer annimmt, ſieht man am beſten, wenn ſie ziemlich entfernt am Horizonte ſtehend, uns ihren Verticalquerſchnitt zeigen *).	Ihre Hauptwandelungen durchläuft ſie, indem ſie entſtanden mehr und mehr ſich verdichtet und gleichförmiger verbreitet, bis ſie endlich als zum Ausbruch gekommene Gewitterwolke (Regenſchauer) hervortritt. Nach Forſter erfolgt dieſer Uebergang, indem zwei vollſtändig ausgebildete, ungleichnamig elektriſirte Wolken ſich, unter wechſelſeitiger, elektriſcher Ausgleichung, in einander ergießen; ſ. oben S. 382 Bem. 6.	Zeigt ſich beim periodiſchen Entſtehen und Verſchwinden d. Haufenwolke eine große Neigung der letzteren in Cumulo-Stratus überzugehen, ſo ſteht in der Re- Regel Regen bevor; vergl. oben S. 388 u. 405.
Nimbus.	Stark gedehnte, geſchichtete Haufenwolken, die ſich oben entweder in lockige Faſern, oder in	Zwar können geſchichtete Haufenwolken, nach ihrer Verbindung mit fedrigen Schichtwolken noch	Dehnt ſich die Federkrone mehr u. mehr aus, oder erfolgt die Vereinigung d. über-

Abänderung des Abendroth (oben S. 438); zeigen ſich nur einzelne Blättchen dieſer Wolke, ſo wird ihr glänzender Wiederſchein den Himmel gelben oder röthen, neigt ſie ſich dagegen mehr und mehr zum Stratus, ſo trübt ſich das Abendroth und wir ſehen naſſer Witterung entgegen. Erſcheint dabei die Sonne weiß, ſo ſtehen zunächſt nur trübe Tage bevor, iſt ſie aber ſtark geröthet, ſo deutet dieſes auf Regen, und iſt ſie glänzend weiß, am weſtlichen Himmel gelb und entſtellt, ſo darf man Sturm fürchten.

*) Man ſieht nämlich die früherhin in ihrer gebirgigen Geſtalt mit gerundetem, aber ſcharf begrenzten Gipfel erſcheinende Haufenwolke, oben entweder ein verwaſchenes Anſehen bekommen: oder deutliche Fäden, eine Krone von Federwolken erhalten, die ſich allmälig mehr ausdehnt, bis man endlich den Regen aus der Wolke herab fallen ſieht; H. W. Brandes a. a. O. 323.

	eine Federkrone enden.	lange beſtehen, ja ſelbſt (ſelten) wieder verſchwinden, aber gewöhnlicher iſt es, daß ſie ſofort ſich verdunkeln und in Regenſchauer umwandeln zu ſehen.	ſtehenden Cirro-Stratus mit dem darunter befindlichen Cumulus *ſchnell*, ſo iſt der Regenerguß nahe.
Paries (Sub-Cumulo-Stratus?)	Schichtſtreifen, die ganz am Ende des Horizontes ſo gedrängt übereinander liegen, daß kein Zwiſchenraum ſich bemerken läßt, u. die den Horizont in einer gewiſſen Höhe ſo ſchließen, daß ſie blos den oberen Himmel frei laſſen.	Bald iſt ihr Umriß bergrückenartig, ſo daß man eine entfernte Bergrückenreihe zu ſehen glaubt; bald bewegt ſich der Contur der Wolke, da dann eine Art Cumuloſtratus daraus entſteht; K's Arch. III. 457.	Wahrſcheinlich nahe wie Cumulo-Stratus.
Velum (Nebelſchleier; Himmelstrübe.)	Höchſt ausgedehnte, nach Maaßgabe der größeren oder geringeren mittleren Luftwärme: mehr oder weniger verdünnte (d. i. im entſprechenden verſchiedenen Grade Dunſtbläschenarme), ſchichtwolkenartige Dunſtmaſſe. Sie iſt die Urſache der weißlichen Trübung des blauen Himmels, und aus ihr entwickeln ſich einerſeits die *Nebel*, andrerSeits *alle übrigen Wolkenarten*. Vergl. oben S. 150, 208, 471 und 475.	Sie nimmt die Form der feſten Körper an, die in hohe Luft hinaufragend ſie um ſich verdichten, und denen ſie als Dunſthülle (Waſſerdunſtatmoſphäre) dient, gewinnt dort die größte Dünne und Durchſichtigkeit, wo die gleichförmigſte Bodenwärmung am Tage, mit der gleichmäßigſten Wehung warmer und trockner Winde zur Nachtzeit wechſelt.	In dem Verhältniß, wie ſie ſich verdünnt und das Blau des Himmels klar durchblicken läßt, zeigt ſie trocknes und ruhiges Wetter an; jede *theilweiſe* Verdichtung ihrer ſelbſt führt zur theilweiſen, nicht ſelten ſichtbar geſonderten ungleichen Himmelstrübung und deutet dadurch zunächſt auf Wind und Gewitter; jede *allgemeine Verdichtung* auf anhaltenden Regen. Vergl. auch oben S. 386 ff.

2) Zimmermann, Dunſt durch Dampf und Dampf durch Dunſt bezeichnend, theilt die Hydrometeore in: I. Dunſtige: 1) Luftwaſſer (zerſtreute Dunſtbläschen, ohne zur Wolke verbunden zu ſeyn); 2) Duft (Waſſergas); II. Dampfförmige oder Gewölk; a) Erdgewölk: 1) Schleier (Gipfelſchl.; Thalſchl.); 2) Nebel (Bergrauch, Nebeldecke); b) Luftgewölk: 3) Wolken: Strich-W. (Feder- und Locken-W.) Haufen-W. (Vließ- und Wulſt-W.); 4) Decken: Schichtdecken und Wolkendämme; III. Tropfbare oder Regen: a) Tropf-R.: 1) Staub-R. (Thau- und Nebel-R.); 2) Riſſel (Land- und Schauer-R.); b) Guß-R.: 3) ſchwach elektriſcher (Sturm-R. und Wolkenbruch-R.); 4) ſtark elektriſcher (Hagel-R. und Gewitter-R.); IV. Starre: a) Hagel: 1) Schloſſen (Eisregen und Schrot-H.); 2) Graupel (Kieſel-Gr. und Schnee-G.) b) Schnee: α) Stöber-Schnee: 1) Staub-S. (Gries- und Graupel-S.); 2) Reif-S. (Röhren- und Fiſſel-S.); β) Pflaum: 3) Flocken-S. (Stral-S. und Stern-S.); 4) Flitter-S. (Schuppen- und Blumen-S.); c) Reif: 1) Thau-R. (Erd-R. und Reifblüthe); 2) Nebel-R. (Duft- und Röhrenreif). Vergl. K's Arch. I. 264. Wie ſie nach Farbe und Beimengung zu unterſcheiden; ſ. ebendaſ. 265.

3) Ueber die im Entwickeln begriffene Trombenwolke: als die am meiſten ausgezeichnete Cumulus-Form; ſ. oben S. 380 B. 2 und S. 504.

51) Thau (Ros). Abkühlung hygroſkopiſcher Subſtanzen, innerhalb waſſergasreicher Luft, bis zum Naßkältepunkt (oben S. 134 ff. 200) erzeugt den Thau, Falls die ſolche Abkühlung herbeiführende Wärmeentſtralung nicht wieder übergeht in Rückſtralung der Erdwärme von den Unterflächen der Wolken; vergl. oben S. 136 ff., 150 ff., 181 und 239. Ueber wahren und ſogenannten Thau (fallenden und ſteigenden; Morgen- und Abend-Thau) S. 239. Wo Winde vorhandene Nebel bis zur Tropfenverdichtung kühlen, entſteht ſog. Nebelthau oder näſſender Nebel; S. 154, 183, 239 und 334. Ueber Beziehungen zwiſchen Thau und Cumulus; S. 238.

52) Honigthau (Ros melleus). Theils entſtehend aus Pflanzenſäften (oben S. 206—207), eigenen wiederholten Beobachtungrn zufolge, wie es ſcheint, beſonders begünſtigt durch das (ſeltene) Rückſpringen des Windes von NW nach SSW; theils mitunter auch: meteoriſcher

Nie-

Niederſchlag (ſog. Schleimregen oben S. 538; theils auch Erzeugniß des:

53) Mehlthau (Aphis); ſ. oben S. 206 Anm.

54) Waſſerregen (Regen; Pluvia). Nach der „Größe der niederfallenden Tropfen" und deren „Fallverbreitung" unterſcheidet man: Dunſtregen, Staubregen, Strichregen, Landregen, Platz- oder Gußregen und Wolkenbruch *); nach den „begleitenden Phänomeneu": dunkelen und (elektriſch und feurig) leuchten-

---

*) Der Dunſtregen erſcheint in Form einzelner zerſtreuter Tröpflein (aus wolkenfreier blasblauer Luft) die nur kurze Zeit (wenige Minuten hindurch) fallen; Lampadius beobachtete ihn einſtmals, im Mai 1801, fünf Minuten lang; Atmosphärolog. §. 235. Er ſcheint zu entſtehen durch Kühlung einzelner Schleierwolkentheile mittelſt Niederſenkung kälterer, oberer Luftſchichten, und ſetzt voraus: ungewöhnliche Verdichtung des Schleier durch: ſtarke Waſſerverdunſtung (alſo: durch warme Tage) in Zeiten, wo die Luft überdem ſchon reich an Waſſergas wie an Waſſerdunſt iſt; er würde häufiger ſeyn, wenn er fallend nicht den ungewöhnlich warmen Luftſchichten näher käme und dadurch wieder verdampfte; auch dürfte wohl näſſender Nebel hin und wieder Dunſtregen bilden. Der Staubregen iſt theils vermehrter Dunſtregen (oben S. 205 Bem. 6), theils Waſſerniederſchlag erzeugt beim Bilden des Cumulo-Stratus durch Ausgleichen des elektriſchen Gegenſatzes bei der Vereinigung der Haufenwolke und der fedrigen Schichtwolke (?); ſ. oben S. 558. Oftmals wird auch der kleintropfige Platz- und Landregen auf beträchtlichen Höhen (oben S. 202, 330 ff.) für Staubregen genommen. Ueber Strichregen ſ. oben S. 205 und 322. Sie ſind gleich den Platzregen (S. 205) Entladungserfolge ſog. ſtiller Gewitter; oben S. 380. Ueber Landregen vergl. S. 211; 388 und S. 559; er verbreitet ſich oft über Strecken von 100 und mehreren Quadratmeilen, dauert 50 bis 80 Stunden, oft aber mehrere Tage (Lampadius a. a. O. §. 232) und erzeugt, wenn in demſelben Sommer oft wiederkehrt die naſſen Sommer. — Der Regen in der Regenzeit innerhalb der Wendekreiſe iſt anfänglich ein Gewitterregen (I. 272), der aber bald in Landregen übergeht, und im letzteren Falle einen Nimbus von der Größe und Geſtalt des Wolkengürtels der heißen Zone (I. 271) zur Entſtehungs-Bedingung hat; vergl. oben 274. Ueber Wolkenbruch ſ. oben S. 209, 380.

den*), nach den „Entſtehungsbedingungen“ Schleier-, Nebel- u. Cumulo-Stratus-Regen; Gewitterregen und Nimbus-Regen**); nach den „gewichtigen Beimiſchungen“: faſt ſalzloſen, ſalzigen und ſalzig-ſäuerlichen Regen***) und nach den dadurch bewirkten „Luftän-

---

*) Vergl. oben S. 503.

**) S. oben S. 210, 211, 452, 504 und S. 559.

***) Subſtanzen die im Waſſer löslich ſind, ſind wahrſcheinlich auch der Verdampfung im Waſſergaſe, mithin auch in der Waſſergasatmosphäre der Erde (d. i. in der Luftfeuchte) fähig, und zwar: im zuſammengeſetzten Verhältniß ihrer Löslichkeit und der Dichte des Waſſergaſes. Indeß wirkt dieſer Verdampfung (d. i. Vergaſung mittelſt des Waſſergaſes) entgegen das Licht, während dieſelbe mehr gefördert zu werden ſcheint durch die Art und Intenſität der Luftelektricität (und für ſalzige und baſiſche Materien auch durch die Kohlenſäure) als durch die Wärme. Es ſteht zu vermuthen, daß die Verdampfung verbrannter und ſalziger Materien vorzüglich durch Reichthum der Luft an +E, jene der brennbaren Stoffe, Gemiſche und Gebilde (deren Verdampfung auſſerdem noch der atmosphäriſche Sauerſtoff als ſolcher begünſtigen dürfte) durch Anhäufung des —E in den Gaſen, und vielleicht mehr noch an den Dunſtbläschen der Erdatmosphäre gefördert wird. Auſſer denen durch ſolche Verdampfung entſtarrten und enttropften Erderzeugniſſen, geſellen ſich dem Meteorwaſſer häufig bei die Stoffe der unter Nro. 42 bis Nro. 47 aufgeführten Pyrometeore (und unter dieſen vielleicht am öfteſten jene der verſchiedenen Hehrrauche; oben S. 548) und die an ſich luftigen Stoffe und Gemiſche. Auſſer dem ſchon von Marggraf unvollkommen gekannten Pyrrhin, deſſen durch Zimmermann nachgewieſenen Anweſenheit im Meteorwaſſer (oben S. 539) auch Wiegmann und R. Brandes (S's Journ. LVIII. 156 ff.) beſtätigt fanden, entdeckte Letzterer darin noch zwei andere organiſche Verbindungen: eine harzige und eine ſchleimige (erinnernd an die bituminöſen und ſchleimigen Subſtanzen der Schleimbälle; ſ. oben S. 538) die nicht ſelten begleitet wurden von viel Pflanzenduft; Gebilde, die B. von einem allgemeinen, zur Winterszeit am meiſten begünſtigten Desoxydationsproceß der Kohlenſäure abzuleiten geneigt iſt. Auch der von Buchner in einigen Fällen als nicht von Thierexcrementen ableitbare Stern-

derungen:" warme, kühlende und kalte*); duftende

ſchnuppenſubſtanz (oben S. 525 Anm.) glaubt Brandes eine ähnliche Abkunft zuſchreiben zu müſſen. Hinſichtlich des ſchon von Loewenhoek und Fuller in Suſſex ſchon 1703 beobachteten Meerſalzgehaltes des durch Winde dem Meere entführten und zu Regen verdichteten Waſſergaſes (der manchmal ſo groß wird, daß man dergleichen Winde als Salzſtürme bezeichnen darf, da ſie mitunte ½ engl. Meile weit Meerküſten Gewächſe mit Salz incruſtiren; Silliman's Journ. of Sc. I. 4. p. 388) den auch Dalton bei Decemberſtürmen des Jahres 1822 bemerkte, und den ſelbſt in unſeren Gegenden die nordweſtlichen Stürme, zumal die zur Zeit der Herbſtnachtgleiche, ausgezeichnet nachweiſen laſſen, fand R. Brandes: daß überhaupt der Salzgehalt des Regenwaſſers (der nach Dalton nicht durch Löſung und Salzverdampfung, ſondern lediglich mechaniſch, nämlich durch Fortreißen des Meerwaſſers durch die Stürme hervorgehen ſoll; — ? —) am größten war im Januar, Februar, October, November und December, d. h. in Monaten, in denen zugleich die größte Menge gefallenen Waſſers von B. wahrgenommen wurde (vergl. hiemit oben S. 200 ff.); die herrſchenden Winde waren in den genannten Monaten W, SW, und NW. Der vorherrſchende Beſtandtheil des Regen-Salzes war Kochſalz (Natrinchlorid, oder ſalzſ. Natron). Im Jahr 1825 betrug dieſes Regen- oder Meteorſalz, nach R. B's Unterſuchungen in 360 Unzen Regenwaſſer 2,75 Gran und beſtand aus: Harz, Pyrrhin und Schleim; ſalzſ., ſchwefelſ. und kohlenſaure Bittererde, ſalzſ. Natron, Eiſenoxyd, Manganoxyd und Ammonſalz (ſalpeterſaures). Der Kali-Gehalt war kaum wahrnehmbar; kohlenſ. Kalk dürfte B. zufolge zum Theil durch Winde entführtem Erdſtaube ſein Vorkommen im Regen verdanken. Die von Witting im Regenwaſſer, vorzüglich in dem während eines Hehrrauches gefallenen (K's Arch. II. 428) nachgewieſene Phosphorſäure, blieb, in B's Verſuchen, hinſichtlich ihrer fraglichen Anweſenheit unentſchieden. — Indem R. Brandes berechnete: wieviel Meteorſalz während des Jahres 1825 in dem auf, Quadratmeile gefallenen Regen enthalten war (die Regenhöhe war = 283,7 pariſer Linien = 293,1 preuß. Lin. = 24,4 preuß. Zoll; die auf eine Quadratmeile gefallene Regenmenge hienach 1171200000 Kubikfuß, oder gegen 77299200000 Pfund) ergaben ſich 1,230166,6 preuß. Pfunde. Vergl. S's Journ. a. a. O. — Verhältnißmäßig noch größer dürfte der Gehalt an fremdartigen Beſtandtheilen in den näſſenden Nebeln ſeyr; das von Heyer unterſuchte Thauſalz (Abdampfungsrückſtand des

und ſtinkende Regen **). Hinſichtlich der übrigen phyſi-

---

von Kornfeldern mittelſt leinener Tücher geſammelten Morgenthaues) enthielt in 3 Loth neben 17 Gran gelben Sandes: 6 Gran Kalk, 2 Gran Thonerde, $\frac{1}{3}$ Gran Eiſenoxyd, 19 Gr. ſalzſ. Kali und nahe gegen 693 ſalzſ. Natron. — Eine Meile von dem Thauſammlungsorte befindet ſich eine Salzquelle; Crell's Ann. 1790. II. 227 ff. Im Regen, wie im Schnee, und nach A. v. Humboldt, auch in den Wolken ſcheint neben etwas Kohlenſäure auch Sauerſtoffgas, Hauptbeſtandtheil des darin verdichteten Luftgehaltes zu ſehn; was zum Theil beitragen dürfte zu dem gedeihlichen Verhalten des Regen- und des Schneewaſſer's in Beziehung auf Vegetation. Im Thau von den Blättern der Alchemilla vulgaris L. fand Lampadius in 100 Maaßtheilen 2 Theile Kohlenſäuregas; in Beziehung auf R. Brandes Annahme der Desoxydation der atmosphäriſchen Kohlenſäure fragt es ſich daher: ob dieſe Kohlenſäure nicht auch Hauptquelle iſt, nicht nur der Elementarorganismen der Gewitterzone (ſ. oben S. 510), ſondern auch des Honigthaues (oben S. 560)? Nimmt man an, daß alle Erdvegetation urſprünglich aus Kohlenſäure entſtanden iſt (oben S. 13 Anm.), ſo würde man, jener Entſäuerungs-Annahme beiſtimmend, in jedem Gewitter und bei jeder Regenbildung, in Beziehung auf Urvegetation ſich wiederholen ſehen, was eintrat, als die erſten Pflanzenweſen die Gewäſſer und den nakten Boden zu beleben verſuchten. Zur Zeit der Gewitter und nach anhaltender Dürre enthält das Regenwaſſer etwas Salpeterſäure. — In der Meeresluft fand H. Pfaff etwas Schwefelwaſſerſtoff, von dem zum Theil die Pyrrhin-ähnlichen Wirkungen auf Silber- und Goldauflöſung herrühren dürfte; Schweigger's Journ. LII. S. 311, 324.

*) Erfolgt die Regenbildung, indem eine untere wärmere, dem Maximum ihrer Feuchte nahen Luftſchicht von einer oberen kalten durchſenkt wird (z. B. wenn SW raſch in NW übergeht, und letztere Windrichtung in den oberen Luftſchichten zuerſt eintritt), ſo iſt der daraus entſpringende Regen merklich kühl oder kalt, wird hingegen die untere kaltfeuchte Luft von der oberen warmfeuchten durchdehnt, ſo haben wir warmen Regen.

**) Stinkender Hehrrauch, mehr noch ſtinkende Schleimballſubſtanz gewähren manchmal ſtinkende (ſchweflicht riechende ꝛc.) Regen. — Nicht ſelten erzeugt der Hehrrauch den Schein vorhandenen Gewölkes; man glaubt nach Sonnenuntergang von dunſtigen Stratuswolken den Horizont begrenzt zu ſehen,

ſchen und phyſikaliſchen Verhältniſſe (Beziehungen zu Barometerſtand, Wind, Erhebung über Meeresfläche; Regenmeſſung ꝛc.) vergl. oben S. 201 ff., 401 ff. und 333; bringen weſtliche oder ſüdweſtliche Winde unmittelbar nach ſtarſtem Froſt-Regen, ſo verwandeln ſich die erſten Mengen dieſes Regens in Glatteis, verſchieden von dieſem glatteiſenden Regen iſt das durch Nebel entſtehende Glatteis, was oft ſchon als wirklicher Eisregen, in Form kleinſter Eiskügelchen zur Erde kommt; ſ. w. u. bei Reif.

1) Zu dem oben S. 203 Bem. 2. Mitgetheilten, möge hier noch als Ergänzung folgen, was Kämtz ſelbſt darüber in der Halle'ſchen Allg. Lit. Zeit. (April 1830. Nro. 80 S. 635) bekannt machte. Kämtz hat durch eine große Zahl von Beobachtungen gefunden, daß, wenn die Menge des in einem Jahre herabfallenden Regens als Einheit angeſehen wird, die Waſſermenge im Winter (December und Februar) an der Weſtküſte Europa's nahe eben ſo groß iſt, als in den drei Sommermonaten; in Bergen u. Norwegen iſt aber der Winterregen noch bei weitem überwiegend. Je weiter wir von den Küſten ins Innere des Continents gehen, deſto mehr herrſchen die Sommerregen vor. Und daſſelbe Verhalten ſcheint auch an der Weſtküſte Amerika's auſſerhalb der Wendekreiſe Statt zu finden, ſo wie auch an der Oſtküſte von Neuholland. Nur das Baſſin des mittelländiſchen Meeres bildet eine beſondere Gruppe von Klimaten, indem hier wegen des aufſteigenden heißen Luftſtromes über der afri-

---

und ſieht doch nur die zugekehrten Seiten entfernter Hehrrauche. Den Hehrrauch des Jahres 1783 glaubte man ziemlich allgemein mit dem im Februar deſſelben Jahres ſtatt gehabten Erdbeben in Calabrien in Verbindung ſetzen zu müſſen (oben S. 184 und I. 61 ff.); Mayer — Phyſ. Aſtron. ꝛc. S. 256 — iſt indeß nicht dieſer Meinung, ſondern vermuthet vielmehr: daß jener merkwürdige Hehrrauch mit dem großen Isländiſchen Erdbrande (1783; Goth. Mag. V. 3. St. 128. Stephenſen: in Deſſen: Philoſ. Schilderung der gegenwärtigen Verfaſſung von Island. Altona 1786. S. 307) im Zuſammenhang geſtanden ſey, da dieſer auch gerade vom Juni bis Auguſt dauerte. Uebrigens folgte auch dieſem Hehrrauche ein ſehr kalter Winter (der Winter von 1783 — 1784): wie Mayer vermuthet: in Folge der Aenderung der Wärmecapacität der Luft durch jene Hehrrauchtheilchen; vergl. oben S. 549.

kaniſchen Wüſte die Sommerregen faſt verſchwinden, und zwar deſto weniger, je weiter wir uns nach Norden bewegen; dagegen haben hier faſt allenthalben die Winterregen das Uebergewicht. — Herbſtregen zeigen ſich faſt nur an den Küſten des atlantiſchen Meeres. Mit dem zuvor angegebenen Verhältniſſe zwiſchen Winter- und Sommerregen läuft dann auch die Vertheilung der Gewitter im Jahre vollkommen parallel.

2) Regen erfolgt, bemerkt J. L. Ideler in ſeiner ſo eben bekannt gewordenen lehrreichen Abhandlung: Ueber den Hagel und die elektriſchen Erſcheinungen unſrer Atmoſphäre (P's Ann. XVII. 435 ff.), „wenn zwei nahe mit Feuchtigkeit geſättigte Luftſchichten von verſchiedener Temperatur ſich vermiſchen; er erſcheint als ſtilles Gewitter (oben S. 504), wenn die Feuchtigkeit der zwiſchen der Wolke und der Erdoberfläche befindlichen Luftſchicht groß genug iſt, um die Elektricität ohne Exploſion abzuleiten.“ — Andere Phyſiker nehmen, wenn auch gerade nicht für den Regen, doch für das „Rauchen der Berge“ (oben S. 552) und für die Entſtehung des Reifes eine poſitive Anziehung der Erde zur Wärme als Urſache an; Muncke's Anfangsgr. d. Naturl. II. 188 und 190.

3) Einen neuen, ſehr vorzüglich ſcheinenden Regenmeſſer (oben S. 635) beſchreibt Horner in S's Journ. LIX. 36 u. ff.

4) Da der Regen häufig in Lufthöhen ſich bildet, wo er entſtehend zu Eis gerinnen muß, ſo erklärt ſich, warum der Regen gewöhnlich um ſo kühler iſt, je höher der Standpunkt war, wo man ihn auffieng (wenn nicht der oben (S. 564 Anm.**) erwähnte Fall eine Ausnahme macht) und warum es häufig auf Gebirgen ſchneiet, während es unten im Thale regnet. Das anfänglich gebildete Eis ſchmilzt nämlich bald auf Koſten der Wärme der niederen Luftſchichten; und um ſo vollſtändiger, je tiefer die untere Luftſchicht von der Regen entlaſſenden Wolke entfernt war. Schnee kann daher häufig betrachtet werden als der Vorgänger des Regens, der blieb, was er war, nämlich kryſtalliſirtes Eis, weil es den unteren Luftſchichten an Schmelzungswärme gebrach, und der übrigens entſtehend oftmals Wärme genug (mittheilend an die Luft und ſtralend nach allen Seiten hin) entläßt, um die mit ſeinem Fallen eintretende Steigerung der Lufttemperatur für uns merkbar werden zu laſſen *). — Vergl.

*) Es gilt hinſichtlich des das Schneien begleitenden Lufttemperatur-Wechſels, was oben S. 564 Anm. vom Regen bemerkt wurde. Erfolgt der Schnee durch dehnendes Eindringen wärmerer waſſerreicher Oberluft in die kältere untere, ſo iſt die Steigerung der Luftwärme während des Schneiens und unmittelbar darauf ſehr merklich, im umgekehrten Fall hingegen

oben S. 210 — 212. Da demnach zur Schneebildung nicht nur eine kältere (meiſt die obere), ſondern auch eine wärmere (gewöhnlich die untere) Luftſchicht erfordert wird, ſo erklärt ſich ſehr wohl die Erfahrungsausſage: es kann vor Kälte nicht ſchneien (und warum es erſt unten wärmer werden muß, wenn's ſchneien ſoll).

55) Schnee (Nix). Bildet ſich durch Entwärmen der Dunſtbläschen bis zur Kryſtalliſation des ausgeſchiedenen Waſſers, die um ſo vollſtändiger eintritt, je ruhiger die Wolkenkältung eintrat. Es ſetzen ſich dann feine Eisnadeln, einander unter Winkeln von 60° durchkreuzend an einander, und bilden ſo die ſehr mannigfach gruppirten und nicht minder in ihren Einzeltheilen abgeänderten, meiſt ſechszackigſternförmigen Schneeflocken (Flocci nivales), deren Hauptformen in Fig. 19 (Taf. I.) der Natur nachgebildet erſcheinen. Vergl. oben S. 212. Fallen ſie bei trockener Luft herab, ſo zeigen ſie faſt immer +E; vergl. jedoch oben S. 302.

1) Kepler ſtellte zuerſt Unterſuchungen an über den Kryſtallbau der Schneeflocken (Jo. Kepler de nive sexangula. Francof 1670 und in Casp. Dornavii Amphitheatro sapientire Socraticae. p. 751); Crasm. Bartholinus (De Natura Mirab. 9. II. de Figur. Nivis) ihm folgten hierin Hook (Micrographia p. 88) Muſchenbroeck (Introd. in phil. nat. T. II. Tab. LXI.) Hollmann (in den Comment. Soc. Reg. Goetting. T. III.) Wilke (Abh. d. Schwed. Ak. d. W. 1761) Grew und Langwith (Philos. Transact. Nr. 92 und 376) und dieſes Hdb. I. 396. Ueber die Sternform der Schneeflocken und den Einfluß der Elektricität auf dieſelbe; G's Ann. IV. 424, 436 V. 76. Ueber das Vorkommen des ſalzſ. Kalks im Schneewaſſer; Lampadius a. a. O. LX. 106 und oben S. 563 ff. Anm.

2) Ueber Schneegewitter ſ. Lampadius in G's Ann.

---

entweder kaum bemerkbar, oder wohl gar in das Gegentheil überſchlagend: Kälte ſtatt Wärme bietend. — In warmen Gegenden kann es mithin nur ausnahmsweiſe, in Folge heftigen Zudrangs ſehr kalter waſſerreicher Luft ſchneien (oben S. 256 Anm.) in heißen gar nicht, weil hier gleich von vorn herein, in der Niederſchlagsregion entweder das Waſſer gleich tropfbar ausgeſchieden wird, oder das ausgeſchiedene Eis doch ſogleich ſchmilzt.

XXIX. 58 und oben S. 212. Ueber elektriſches Leuchten während des Schneiens; a. a. O. LXX. 113, 116, 121. Ueber phosphorescirenden Schnee; K's Arch. VI. 102. Um dieſelbe Zeit, wenn ſich im Norden von Deutſchland das ſog. Aprilwetter zeigt, werden auf der Nordſee die Aequinoctialſtürme und in den Alpen die ſog. Schneedonner wahrgenommen. Man nimmt nämlich um dieſe Zeit in allen Thälern, welche ſich von den drei höchſten Plateaus in Tyrol (dem Brenner, dem Toblacher Felde und der Mahlſer Heide) mit dem Laufe des Inn, der Etſch und der Drau, gegen Deutſchland, Italien und Inneröſtreich herabſenken, wenn mehrere Tage hindurch gleichförmiger Landregen herrſcht, der alle Bergeshöhen mit einfachen feuchten, von WNW nach OSO ziehenden Nebel bedeckt, von Zeit zu Zeit, nach kaum bemerkbarem Blitzen, heftige Donnerſchläge wahr, ohne daß irgend ein anderes Symptom der Gewitter (weder große Tropfen, noch gehäuftes Grau der Luft, noch einzelne Windſtöße, noch Verdichtung des Regens nach der Exploſion) zu bemerken wären. Dem Landmanne erregen dieſe Donner allgemeine Freude, weil ſie unfehlbar zu erkennen geben: daß in den Bergen überall Schnee gefallen und mithin keine Ueberſchwemmung durch Wildbäche zu fürchten ſey. Haben ſich dieſe Donner zwei bis drei Tage hindurch hören laſſen und brechen ſich nun die Wolken, ſo wird man überall die *weißen* Bergſpitzen hervorbrechen und den Cirrus der oberen Region verſchwinden ſehen. Die WNW-Windrichtung hat alsdann die Oberhand, die Ruhe der Atmoſphäre iſt wieder hergeſtellt und mit wenigen leichten Stößen ſieht man den Wind nach O umgehen und von dort, mit unbewölkter Bläue des Himmels, mehrere Tage hindurch dem natürlichen Laufe der Sonne folgen, bis meiſtens mit dem Mondesviertel *) der Cirrus um die höchſten Bergſpitzen in

*) Das Neueſte über den Einfluß des Mondes auf die Witterung enthalten: Schübler's ſo eben erſchienene „Unterſuchungen über d. Einfl. d. Mondes ꝛc. Leipzig 1830. 8. — S's fragte hiebei die Beobachtungsergebniſſe in Beziehung auf den ſynodiſchen und anomaliſtiſchen Mondesumlauf, über die Abweichung und die Breite des Mondes (vergl. I. 471 ff. und II. erſte Abth. 178 ff.) Die Antwort fiel: daß der Mond auf die Veränderungen in unſerer Atmoſphäre einen Einfluß beſitzt, welcher ſich durch mittlere periodiſche Schwankungen in der Menge der Niederſchläge und den übrigen meteorologiſchen Veränderungen nicht weniger beſtimmt nachweiſen laſſe, als die täglichen und jährlichen periodiſchen Schwankungen des Barometers (oben S. 257 ff., vergl. mit S. 3, 213 und 297). — Die geringſte Neigung zu Niederſchlägen (geringſte Regenmenge ꝛc. zeigte ſich in der Zwiſchenzeit vom letzten Viertel, bis zum Neumond; ſie nahm dann anfänglich langſam ſpäter-

SSW wieder ſichtbar wird, der O=Wind ſtärker zu wehen beginnt. Sobald der Erdwind aus SSW zu gehen anfängt, wird auch der Cirrus mächtiger, der Cumulus erſcheint und der eben beſchriebene Turnus wiederholt ſich. Offenbar ſind alſo die Schneedonner eine Aeuſſerung derſelben poſitiven Elektricität, die bei dem gleichzeitigen Aprilwetter in den Ebenen von Deutſchland wahrgenommen wird. Nur giebt die Oertlichkeit der Gebirge beiden in der Wolke des Aprilwetters gemiſchten Wolken=Formationen Gelegenheit, ſich ſenkrecht unter einander zu lagern, ſo daß die Regen= und Eisregion hier deutlich geſchieden bleibt, während die Wolke in den Ebenen Eis und Regen durcheinander fallen läßt, und von Windſtößen ſtatt von Donner begleitet erſcheint." Ad. Müller in G's Ann. LV. 109 ff. Vergl. oben S. 384.

3) Das Schneegeſtöber zeugt zunächſt noch von dem Gegenwehen jener waſſergasreichen, temperaturungleichen Winde, deren Zuſammenwirkung ſowohl die Schneegewitter, als jedes einzelne Schneewetter ihr Entſtehen verdanken; häufig iſt es unmittelbar Folge des Gewitterwindes, mitunter auch, bei trocknem Schneefall, Folge der Abſtoßung zwiſchen denen gleichnamig elektriſirten Schneeflocken.

4) Lampadius (Atmosphärolog. §. 247 S. 160) unterſcheidet folgende Schneeabarten: a) Staubſchnee (mikroskopiſch kleine, vom Winde in die engſten Ritzen der Gebäude getriebene Eisnadeln), Maupertuis ſah ihn in Lappland, Middleton in Nordamerika in beträchtlicher Menge fallen; b) feiner Nadelſchnee (bei 3° — R. und windigem Wetter fallende Bruchſtücke harter Schneeflocken; bei N= und O=Wind am häufigſten; c) Schneeſterne (einzelne unzerſtückelte und unerweichte Flocken); d) Flockenſchnee und zwar: klein, mittel und großflockigen (unregelmäßig gruppirt und durch Anhaftungswaſſer mehr oder weniger im Ballen befangene Flocken; etwas weich und bei bevorſtehendem Thauwetter manchmal gegen 1 Zoll Durchmeſſer an Größe gewinnend) und e) Waſſerſchnee, der bei geringem Temperaturunterſchied der oberen und niederen Luftſchicht fällt (feucht, wenn nicht naß, der Ballung nicht mehr fähig, weil er im Begriff iſt zu ſchmelzen; oben S. 564) — — Schnee, den einzelne Wolken entlaſſen, erſcheint als Schneeſchauer. Zuſammengetriebener Schnee erzeugt die Schneelehnen. Kleine Schneemaſſen auf Gebirgen in Bewegung geſetzt, erzeugen herunter=

---

hin ſchnell zu bis zum erſten Viertel, erreichte ihr Maximum jenſeits dieſes Viertels, ohngefähr in der Hälfte der Zeit, die erforderlich iſt um den Vollmond zu geben, minderte ſich nun wieder langſam bis und noch einige Zeit nach dem Vollmond, und erreichte, ſich ſchnell vermindernd, ihr Minimum bald nach Eintritt des letzten Viertels.

rollend durch Ballung ſich vergrößernd die Lavinen. — Ueber harten und weichen ꝛc. Schnee; oben S. 212. Ueber Schneelavinen, Glätſcher ꝛc. I. 303 ff., 392, 398. Ueber die merkwürdigen Schneeballen von Cleaveland in Nordamerika beob. G's Ann. LXXVI. 343.

5) Der Luftbeimengung verdankt der Schnee ſeine ſtarke Lichtreflexion (Schneeblendung). Auch phosphorescirt er in dieſem Zuſtande am ſtärkſten durch Inſolation. Und da der Schnee in dieſem Zuſtande ein ganz vorzüglich ſchlechter Wärmeleiter iſt, ſo ſchützt er auch, je höher er lagert, um ſo mehr gegen das Entwärmen des Bodens; oben S. 284 Anm. Nach Maaßgabe der verſchiedenen Luftbeimengung beſtimmt ſich auch die verſchiedene Lockerheit des Schnee's; man mißt dieſelbe, indem man verſucht, wie viel Waſſer ein beſtimmtes Volum Schnee giebt. Sedilean erhielt von 5—6 Cub. Zoll Schnee; de la Hire von 12 C. Z. (Mem. de Paris 1692 u. 1792) und Muſchenbroeck (Introd. II. §. 2401) gar von 24 C. Z. Schnee nur 1 C. Z. Waſſer. — Je näher den Polen, um ſo mehr fällt Schnee; in Geboſtadt ſoll er 1807 gegen 20 Fuß Höhe erreicht haben, während er in Lenvig nur 12 F. und in Bergen nie über 4 F. erreicht; L. v. Buch Reiſ. I. 420. — Ueber Schneebildung ꝛc. vergl. auch oben S. 211 — 212.

6) Ueber Treibeis, Eisexploſionen ꝛc. und Eisbilder ſ. I. 395—398. Wie Schnee durch die Wärme der unteren Luft zu Regen ſchmilzt (oben S. 564) beobachtete unter Andern auch Lambert in der Nähe von Chur; auf den Bergen ſchneiete es, während es unten regnete; Act. helvet. Vol. III. 525.

56) Gefärbter Schnee; vergl. oben S. 540. Schwärigen ſah auf Alpenſchnee geflügelte Blattläuſe; Lampadius Atmosphärolog. S. 169.

57) Hagel (Schloßen, Kieſel; Grando). Selten in den Polargegenden, und hier wohl nur gefrorner Regen, oder ſog. Graupelregen (Eisregen ſ. oben 152 u. 565), wie er auch in unſeren Gegenden, zumal zur Frühlingszeit (ohne Gewitterbegleitung) erſcheint; ſ. oben S. 465, noch ſeltener innerhalb der Wendekreiſe, in Höhen unter 350 Toiſen, gehört der eigentliche Hagel hauptſächlich den gemäßigten Zonen an, wo er am häufigſten am Tage (jedoch ſeltener auch zu jeder anderen Tageszeit) bei allen Lufttemperaturen über 0° (mitunter auch bei Tem-

peraturen = — 3° bis — 5° R.), ſowie bei allen (nicht blos bei nördlichen, ſondern auch bei ſüdlichen) Winden erſcheint, gemeinhin begleitet von Gewittern, aber auch anderen ſelteneren Meteoren zum Begleiter dienend, z. B. Waſſerhoſen; oben S. 504. Abgeſehen von jenem ſeltenen Hagel der von rothem Staube durchſetzt erſcheint, oder ſtatt deſſen Meteorolithen einſchließt (oben S. 537) laſſen ſich alle vom Himmel fallende, nicht flockige (nicht Schnee-artige), ſondern äuſſerlich durchgängig zuſammenhangende (compakte) Eismaſſen gleichviel: beſitzen ſie, wie gewöhnlich nur die Größe von 1 bis 2 Linien, oder von 1, 2, 3 bis 4 Zoll und darüber Durchmeſſer (vergl. oben S. 211 ff.) eintheilen in Graupeln (Graupelregen; d. h. gefrorne Regentropfen: mehr oder weniger klare, durchſcheinbare oder durchſichtige Eiskörner) Schloſſen oder „Schneegraupeln" (d. h. geballte Schneeflocken, verbunden zu mehr oder weniger lockeren Eismaſſen durch Waſſerdunſt, den ſie angezogen hatten, und der mit ihnen in trocknere Luftſchichten gerathend, theilweis verdunſtete und dadurch den rückbleibenden Theil bis zur Vereiſung erkältete) und eigentl. Hagel oder Kieſel. Letzterer beſteht aus einem ſchneeigen Kern, den entweder nur eine Eishülle, oder mit mehreren Schneehüllen wechſelnd mehrere Eishüllen umgeben, und ſcheint zum Entſtehen zu fordern: a) Gefrieren hoch geſtiegener Dunſtbläschen (d. i. Eiswolkenbildung); b) gewaltſames, ſehr wahrſcheinlich elektriſches Zuſammenziehen- und Herabziehen dieſer Eiswolken in die niedere Region einer darunter befindlichen Gewitterwolke; c) Umhüllung der ſehr kalten, durch die Herabbewegung mittelſt theilweiſer Verdunſtung, ſo wie durch Wärmeentſtralung noch mehr erkalteten Schneeflöckchen, mit dem Waſſer der Dunſtbläschen der Gewitterwolke; d) Erſtarrung dieſes um die Schneeflocke zuſammengezogenen Waſſers: ſowohl in Folge jener Kälte, welche die Flocke mitbrachte, als auch jener, welche das in den zerriſſenen Dunſtbläschen enthal-

tene Gas herbeiführt, ſofern es ſich in größere Räume ausdehnt; e) Beſchlagen der Eishülle mit dem aus dieſem Gaſe durch fortgeſetzte Kälteverbreitung gefälltem Waſſer in Schneeform; f) Wiederſchmelzung eines Theiles dieſes Schnee's beim Sinken in die tiefere Luft der Gewitterwolke und g) Wiedererhärten eines Theiles des wiedergeſchmolzenen Schneewaſſers durch Fallbewegung in trocknen Luftſchichten unter der Gewitterwolke. Uebrigens durchfällt der Hagel die Luft meiſtens mit hörbarem Geräuſch; wohl nur: ſofern er vom Winde gegeneinander getrieben wird.

1) Dieſe Anſicht macht den Hagel nicht zu einer gewöhnlichen, ſondern zu einer ſeltenen Erſcheinung, weil die Hauptbedingung: Bildung (oder Herbeiſchwimmen) einer tiefern Gewitterwolke ſenkrecht unter der oberen mehr oder weniger ſtark ausgedehnten Eiswolke (oben S. 224, 225 und 234, deren Blättchen vergleichbar ſind denen Eisſtäubchen des Flimmerlichts; oben S. 482 ff.) und Erzeugung relativ trockner Luftſchichten unter den Gewitterwolken ſelten ungehindert erfüllbar erſcheint. Die Temperatur der Eisſtäubchen wird dabei ohne Zweifel noch ſehr beträchtlich herabgeſtimmt durch das in jenen Regionen ungehinderte Wärmeentſtralen ihrer Flächen, ſowie durch die eintretende Eisverdampfung innerhalb der trocknen, waſſergasarmen, die Wolken und jeden einzelnen Flimmertheil derſelben umgebenden Luft; ſo wie umgekehrt zur theilweiſen Schmelzung des weiteren Schneeanſatzes die Zuſtralung der Erdwärme nicht ohne Thätigkeitsantheil bleiben wird. Die beim Eintauchen der Eiswolke in die Gewitterwolke ſtatt habende elektriſche Ausgleichung, die als ſolche mit Blitzung verknüpft iſt, befördert vielleicht den Kryſtalliſationsproceß des die Schneeflocken zunächſt umhüllenden Dunſtbläschenwaſſers, wie ſie es in Seiferheld's Verſuchen that; d. i. auf eine noch zu beſtimmende Weiſe. Daß ſolches nicht geſchiebt: mittelſt angeblicher Verdunſtungsbeſchleunigung und Vermehrung der Verdunſtung des Waſſers durch Elektricität, das beweiſen, wie Ideler (P's Ann. XVIII. 455) bemerkt: jene Verſuche und Bemerkungen eines van Marum, Erman und Muncke (G's Ann. I. 121 und XL. 419: Gehlen's Phyſik. Wörterb. n. Ausg. III. 289), welche gegen Cavallo und Hermbſtädt dargethan: daß Elektricität durchaus keine Wirkung auf Quantität und Geſchwindigkeit der Verdunſtung äuſſert.

2) Obige Vorausſetzung erklärt, warum die Hagelwetter in den Polargegenden zu den Seltenheiten gehören: weil dort die Gewitter mangeln; warum ſie in den Aequatorialgegenden höchſt ſelten ſind, weil hier theils trockne Luftſchichten unter den Gewitterwolken ſo gut wie vermißt werden, theils weil der Hagel, wenn er

wirklich zum Entſtehen gelangte, wieder ſchmelzen würde, ehe er die Erde erreichte, theils und hauptſächlich: weil hier, wenn es auch zur Eiswolkenbildung kommt, dieſe Wolken doch in der Regel zu weit entfernt bleiben von den unteren Gewitterwolken (und überhaupt: von der Gewitterzone; oben S. 511) als daß dieſe an- und zuſammenziehend darauf zu wirken vermöchten. Es wird ferner aus obiger Hypotheſe klar: a) warum zur Winterszeit die eigentlichen Hagelwetter zu den Seltenheiten gehören; theils, weil dann überhaupt die Gewitter ſelten ſind, theils, weil es in dieſer Jahreszeit in der Regel zum Bilden von Eiswolken: in den dazu erforderlichen Höhen über der Gewitterwolke — nicht kommt; da in ſolcher Zeit die Bildung der Eiswolken, ſo wie jene der Gewitterwolken in ein und dieſelbe Luftregion fallen; was wahrſcheinlich auch mit ein Grund iſt: warum im Winter die Gewitter ſo ſparſam erſcheinen; denn jede Erhöhung der elektriſchen Spannung durch wechſelſeitige Erregung zwiſchen oberen und unteren Wolken fällt hier weg, weil der nöthige Höhenunterſchied dieſer Wolken und damit die Möglichkeit der Zwiſchenſchichtung einer, jene Erregung bedingenden, iſolirenden (trockenen) Luftſchicht abgeht; b) weswegen Hagelgewitter meiſtens nur am Tage, nächtlicher Weile hingegen nur ausnahmsweiſe erſcheinen. Am Tage nämlich wird der Boden ſtark genug erhitzt (oben S. 272 Bem. f.), um die darüber lagernde untere (auſſerdem noch ebenfalls vom Sonnenlichte erwärmte) Luft in ſolchem Maaße auszudehnen, daß ſie zur Region der Eiswolkenbildung empor ſchnellen kann; Nachts dagegen entwärmt ſich der Boden (und damit die ihn berührende Luft) gar bald: theils in Folge der Wärmeentſtralung (oben S. 256 Anm.), theils weil das Nacherhitzen deſſelben durch das Sonnenlicht aufgehört hat. Auch iſt es wohl möglich, daß am Tage die Eisflimmer der Eiswolken durch Beleuchtung an Verdampfung, und damit an Entdampfungs-Kälte gewinnen — ein Wärmeverluſt der vielleicht noch vermehrt wird durch das: an den Flimmern vorüberſtralende und ihre Auſſenflächen beſtreichende Licht (oben S. 220 und 376)? — c) warum die Hagelwolken ſich mehr concentriren, als andere Gewitterwolken (oben S. 392 Bem. 13) und weshalb ihnen das oben (S. 443 und 498) erwähnte eigenthümliche Anſehen zu Theil wird; man ſieht nämlich in der Hagelwolke eine Gewitterwolke aufgehellt: durch die in dieſelbe gelangenden Eisflimmer, und auffallend röthlichgrau, weil die oberen in die untere dunkle Gewitterwolke einfallenden Eistheilchen ſich (in Beziehung auf Färbung) verhalten, wie farblos beleuchtete, weiße Körper aus dunkeler Umgebung geſehen (oben S. 420; Geſetz 8); d) weshalb dem Hagelfall häufig nur ein Blitz (deſſen Licht von allen einfallenden Eisflimmern reflectirt nicht ſelten die ganze Wolke augenblicklich durchſchimmert) und ein ſtarker Donner, oder auch nur einmaliges lebhaftes Wetterleuchten (oben S. 502) ohne hörbaren Donner vorangeht, und endlich e) warum die oben S. 182 (unter F.) erwähnten Voranzeigen des Hagels eintreten.

3) Lichtenberg bemerkt in Erxleben's Naturl. (6te Aufl. S. 703): Unter dem Recipienten (der Luftpumpe) bemerkt man noch Nebel, wenn das Barometer bis auf 15 Linien gefallen iſt; hieraus ergiebt ſich, daß ſich ſogar Nebel zu einer Höhe von 13500 Toiſen erheben könnten. Das möchten alſo wohl jene feinen Wolken ſeyn, die zuweilen alles überziehen, und daher auch nicht geometriſch gemeſſen werden können. — Ebendaſelbſt S. 705 fährt L. zu bemerken fort: Mongez führt ein Beiſpiel an, daß es bei einem Regen der einige Tage ohne zu blitzen angehalten hatte, ſogleich zu hageln anfieng, als es anfieng zu blitzen — L. ſelbſt vermuthete übrigens, daß der Hagel entſtehe durch jene Kälte, welche die Elektricität erzeuge, ſofern ſie Verdampfung bewirke. Dieſe Anſicht fällt aber von ſelber weg, da ſolche Verdampfungsweiſe nicht ſtatt hat; ſ. oben Bem. 1.

4) Volta erklärt die Entſtehung des Hagels wie folgt: Sehr hoch ſteigende Wolken gerathen in ſehr trockne Luftſchichten, hier von der Sonne beleuchtet verdampft ein Theil derſelben, ſich als Dampf in noch höhere und damit ſehr kalte Regionen erhebend und dieſer, durch die Kälte, wieder zur Wolke ſich verdichtend; ſomit erſcheinen zwei Wolken einander gegen über, eine höhere kältere und eine niedere wärmere, die in dieſer ihrer Gegenſtellung entgegengeſetzt elektriſirt erſcheinen müſſen, und zwar die untere —E, die obere +E darbietend (oben S. 309 Anm.). Jene theilweiſe Verdampfung der unteren Wolke erzeugt in dieſer — durch von Seiten des entſtandenen Dampfes bewirkte Bindung und Entführung von Wärme — Eiskälte; die dadurch entſtehenden erſten Eisſtückchen des oberen Theiles der unteren Wolken werden von den zwei elektriſirten Wolken (nach Art des elektriſchen Puppentanzes) abwechſelnd angezogen und abgeſtoßen, wodurch ſie ſich mehr und mehr vergrößern (nämlich von der unteren, als mit dieſer gleichnamig geladen, zuerſt abgeſtoßen, und von der oberen, als entgegengeſetzt geladen, zuerſt angezogen, dann von dieſer wieder abgeſtoßen u. ſ. w.), indem ſie theils das zwiſchen beiden Wolken beſtehende Waſſergas zerſetzen, deſſen Waſſer ſich als Hülle ihnen anlegt, die ſofort gefriert, theils ſich in untere Wolke ſelbſt ſenken und in die obere ſelbſt ſteigen und deren Dunſtbläschen ebenfalls als Eishüllen ſich aneignen. Iſt endlich das +E der oberen und das —E der unteren Wolke zu 0 E ausgeglichen, oder ſind ſolchergeſtalt die Eiskörner zu ſchwer geworden, um (gemäß des elektriſchen Anziehungs- und Abſtoßungswechſels) in der Luft die Schwebe zu erhalten, ſo fallen ſie herunter, und gewähren ſo den Hagel. — Prechtl entgegnet dieſer Anſicht (Gehlen's J. f. Chem., Phyſ. und Min. VII. 224 ff.), daß das Sonnenlicht die Wolke nicht ſtärker zu entwärmen und mithin zur theilweiſen Verdampfung bringen könne, als die die Wolke umgebende Luft (wogegen ſich aber erwiedern läßt: daß die Hüllen der Dunſtbläschen der Wolke allerdings durch das Licht ſtärker erwärmt werden müſſen, weil ſie dichter ſind, als die Luft), daß die Verdunſtungskälte der Wolke gemäß der Trockenheit der über der Wolke befindlichen Luft, im Ver-

hältniß des Temperaturunterſchiedes der Wolke und dieſer oberen Luft ſtehen müſſe (welcher Unterſchied nach Volta aber größer iſt, als ihn P. annimmt; weshalb ſolches Verdunſten dort, wo die Wolke in die trockne Luft auftaucht auch entſprechend größer ſeyn muß, als P. zugeben zu können ſich berechtigt glaubt), daß dieſe Trockniß, Falls die Wolke ſo beträchtlich verdampfe wie Volta annimmt, nicht beſtehen könne (ſie kann auch nicht fortbeſtehen, ſondern muß ſich von Moment zu Moment mindern, aber ſie kann doch hinreichen einen Theil des in der ſie darbietenden Luft entſtandenen Dampfes bis zu Höhen aufſchnellen zu machen, wo die Wärmecapacität der Luft groß genug, und die Kälte, aus Mangel an Dichte der durchleuchteten Luft; hinreichend ſtark iſt, um ſolchen angeſtiegenen Dampf aufs Neue zu Dunſtbläschen zu verdichten) und daß die Elektricität der Dunſtbläschen darum nicht zur Verdunſtungskälte beizutragen vermögen (wenn ſie ſolches auch an ſich vermöchte), weil nur die Gewitterwolken elektriſch ſeyn; Wolken vor der Gewitterbildung hingegen kein freies E darböten (vergl. jedoch P's eigene Annahme, oben S. 310 Bem. 8). Wichtiger als dieſe Einwürfe ſcheint jener von P. aus der Beobachtung entlehnte zu ſeyn: daß man häufig gerade die höchſten Wolken am wenigſten ihre Geſtalt und Ausdehnung ſich ändern ſehe, was doch der Fall ſeyn müſſe, wenn ſie von trockner Luft umgeben, in derſelben zum Theil verdampften. Indeß beruhet dieſer Einwurf doch nur auf Schätzungen; auch kann eine hochſtehende Wolke auf ihrer abgewendeten (oberen) Seite ſich ſchon beträchtlich verkürzt haben, bevor wir ſolches aus der größeren Dünne zu folgern im Stande ſind. Meines Erachtens iſt der Haupteinwurf gegen Volta zu entlehnen aus der ſchweren Maſſe des Hagels, der nicht ſelten in Form großer Eisklumpen zur Erde fällt.

5) L. v. Buch's Theorie der Hagelbildung (Abh. d. Berliner Akad. d. W., phyſ. Kl. 1814 u. 1815 S. 73 ff.) lautet: An Tagen, wo der Boden und die unteren Luftſchichten bedeutend viel Wärme verſchlucken, werden letztere, theils unmittelbar durch dieſe Wärmeverſchluckung (die eine Folge der Extinction des einfallenden Sonnenlichtes iſt), theils durch die Wärmeſtralung des Erdbodens, theils durch Mittheilung erwärmt, und bilden auf dieſe Weiſe einen aufſteigenden Luftſtrom, der die mehr oder weniger mit Waſſergas geſättigte Luft bis zu einer beträchtlichen Höhe führt, in welcher ſie ſich mit der umgebenden Luft ins Gleichgewicht zu ſetzen vermag. Hier nun wird, und vielleicht ſchon früher (in den niederen Regionen) ein Theil des Waſſergaſes zu Tropfen verdichtet, die herabſtürzend die untere wärmere Luft durchfallen, dadurch wieder theilweis verdunſten und alſo ausdunſtend dem nicht verdunſteten Theile nach bis zu Eis erkalten, das als Hagelkern wieder Dunſt anzieht und condenſirt, welche condenſirte Waſſermaſſe wieder gefriert und ſo fort, bis die vollſtändigen Hagelkörner zu Maſſen geworden ſind, ähnlich den Gletſchern, nämlich beſtehend halb aus Eis, halb aus Schnee.

6) Ideler, dieſe Erklärung einer umfaſſenden Kritik unterwerfend (P's Ann. XVII. 459 ff.) findet, daß ſie gewiß die richtige iſt, ſobald ſie folgende Reſtriction erleidet — „die Hagelbildung geht in den höheren, unmittelbar unter der Wolke belegenen Schichten, beim Durchfallen der Tropfen durch dieſelbe vor ſich: nicht durch die ganze verticale Luftſäule bis zur Erdoberfläche. Vorzüglich günſtige Bedingungen für die Entſtehung des Hagels ſind: große Trockenheit in dieſen Schichten, kältere Luftſtrömungen, welche wärmere Luftſäulen in bedeutender Ausdehnung unterbrechen, ein vent par rafales *) u. ſ. w." — und erinnert, zur Erläuterung der bei den Hagelwettern vorkommenden elektriſchen Erſcheinungen an Folgendes: a) Im Allgemeinen kommt unſerem Luftkreiſe zweierlei zu: eine + Ladung der unteren Schichten, die Pouillet nachgewieſen hat (indem er zeigte, daß beim Ausſcheiden der in Waſſer gelöſten Salze, während der Verdunſtung deſſelben und durch die Vegetation die Hauptquellen der atmosphäriſchen Elektricität ſich wirkſam zeigen **) und ein entſchieden ſtärkeres Leitungsvermögen für + E, das von Trémery (für die Luft, dann von Th. v. Grotthuß für alle Gaſe — alſo auch für das dunſtleere Waſſergas) dargethan wurde; b) in jedem Körper, welcher iſolirt von der Fläche des Bodens bis zu einer beträchtlichen Höhe emporgehoben wird, entſteht, blos durch Entrückung aus dem Wirkungskreiſe der unendlich großen Erdmaſſe, eine beträchtliche elektriſche Spannung (oben S. 313), weil die Elektricität, die in der niederen Station durch Einwirkung der Erde in ihm gebunden war, in der höheren ſich nothwendig expandirt, und zwar um ſo mehr, je weiter er aus der binden Atmosphäre des Bodens entrückt wird; Erman in G's Ann. XV. 385. XXVI. 9 (vergl. mit Prechtl oben S. 319—320 Anm.). Daher wird Donner und Blitz bei dem verticalen Dampfſtrome entſtehen, der vom Krater eines Vulkans emporſteigt; daher, wie Cavallo zeigte, die Intenſität der Elektricität in den unteren Schichten unſerer Atmosphäre beſonders ſtark bei aufſteigendem Nebel (oben S. 230). Der aufſteigende Körper erhält dabei ein E, entgegengeſetzt dem der Luftſchicht, welche er verließ; die höhere Luft fand Gay-Luſſac um ſo ſtärker — E-haltig, je höher er ſich in dieſelbe hinaufbegab; c) beim Zuſtandswechſel gelten die für die Wärme gültigen Geſetze auch für die Elektricität: Tropfbare die in Dampf

*) Ein Windſtoß, der wärmere Luftſchichten durch kältere hindurch treibt, oder umgekehrt.

**) Eine Flur von 25 Quadratkrafter liefert P. zufolge in einem Tage mehr + E, als erforderlich iſt, um die ſtärkſte Batterie zu laden. — Vergl. hiemit Schübler's Wahrnehmungen; oben S. 300—301, aber auch S. 306 Bem. 6. — Volta beobachtete in einer Minute einen 14maligen Wechſel der Luftelektricität.

Dampf übergehen E, Dämpfe, die zu Tropfen ſich verdichten entlaſſen E; oben S. 309 u. ff. Huth beobachtete in Charkaw plötzliches elektriſches Aufhellen des ganzen Himmels, durch Verdichtung der aufgeſtiegenen Waſſerdämpfe; G's Annal. XXX. 239; d) trockne, von Dunſtbläschen freie Luft leitet —E nicht (in ihr kann ein Körper +E nicht verlieren, wenn er daſſelbe beim Verdichten ſeiner ſelbſt, z. B. des Waſſerdampfs zu Dunſtbläschen, zuerſt gewonnen hatte; oben S. 238); e) die in einer Luftſchicht hervortretende Wolke iſt nicht beſtändig geladen, ſondern erhält nur dann —E, wenn ein neuer Niederſchlag erfolgt; ihr —E kann ſie an die umgebende Luft nicht verlieren, wohl aber +E (wenn ſie mit dieſem ſtatt mit —E geladen erſcheint).

7) Dieſer v. Buch: Ideler'ſchen Anſicht zufolge ſollten die Hagelwolken nie in niederen, ſondern ſtets in den relativ höchſten Wolkenregionen ſich bilden und entladen, während letzteres (vielleicht ohne Ausnahme) nicht nur in den niederen Höhen der gewöhnlichen Gewitterwolken (oben S. 495), ſondern häufig in noch tieferen Luftſchichten ſtatt hat. Auch ſind die ſchweren Hagelwetter, wie ſchon Lichtenberg (Erxleben's Naturl. 705 Anm.) bemerkt: allemal Donnerwetter. Das vollſtändige Gewitter iſt mithin, wie es ſcheint für die Hagelbildung eine nothwendige Bedingung, die zugleich das plötzliche zu Stande kommen einer großen Menge, auf die oben S. 570 ff. bemerkte Weiſe, wie es mir ſcheint am einfachſten darthut. In Betreff jener Verdampfungskälte, welche an den Tropfen zu Stande kommen ſoll dadurch: daß ſie die warme Luft durchfallen (oben Bem. 5 S. 575), erlaube ich mir zu bemerken, daß hiebei nur in ſofern die bezeichnete Art von Kälte entſtehen könnte, als nicht nur die warme Luft ihre überſchüſſige Wärme zur Dampfbildung hergiebt (ſo lange, bis ihre Temperatur mit jener des rückbleibenden Tropfentheils übereinſtimmt), ſondern als auch der Tropfen ſelbſt von ſeiner Wärme abgiebt an den verdampfenden Theil; was wiederum nur ſo lange möglich iſt, bis die den Tropfen umgebende Luftſchicht mit Dampf von einer Temperatur, die ihrer eigenen gleichwerthig iſt, geſättigt erſcheint. Auch verdient es bei dieſer Erklärung beachtet zu werden: daß ſich wohl aus Schnee Regentropfen, aber nicht aus Regentropfen Schnee bilden läßt, es ſey denn: der Tropfen gienge zunächſt wieder in Dunſtbläschen über. Es ſtreitet daher der lockere, ſchneeige Kern des eigentlichen Hagels gegen die angenommene Weiſe der Hagelkernbildung. Graupeln bilden ſich hingegen wohl immer nur aus gefrierendem Regen, ſowie Schloſſen aus zuſammengeſintertem Schnee.

8) Mayer iſt geneigt, die Wirkung des Sonnenlichts auf die Hagelbildung hauptſächlich auf eine dadurch der Luft erwachſende Erhöhung ihrer Wärmecapacität zurück zu führen (Phyſ. Aſtron. §. 134 S. 162 und §. 233 S. 280), allein ſolche Wärmecapacitätserhöhung iſt nicht erweislich; denn das Licht dehnt nicht aus, ſondern nur die von demſelben aus der Luft entwickelte Wärme, und ſolche

Ausdehnung kann zur Entwärmung der Tropfen oder Dunſtbläschen nicht beitragen (oben S. 372). Nur wenn ſich erweiſen ließe, daß das Licht das fragliche Vermögen der Luft: die Wärme zu condenſiren (oben S. 218 — 219) erhöhete, wäre Entwärmung des Dunſtes oder der Waſſertropfen durch Licht von Seiten der Luft möglich.

9) Ueber nächtlichen Hagelfall ſ. Raſchig's Beob. in G's Ann. XXII. 434. Haſſelquiſt (Reiſe nach Paläſtina S. 17) beobachtete einen auf dem Meere, wie L. v. Buch anführt; Péron einen in der Nacht vom 14 — 15. Juni 1802 an der Südſpitze von Neuholland; ein anderer wurde den 30. Januar 1741 zu Montpellier beobachtet; Ideler in P's Ann. XVII. 443 — 444; vergl. mit Arago's hieher gehörigen Zuſammenſtellung; a. a. O. XIII. 344. Wöllner's Beob. oben S. 508 Anm. — Häcker beobachtete einen den 13ten Jan. 1791 Abends 5 Uhr; am Abend zuvor ſah man es zu Göttingen bei kleinkörnigem Hagel blitzen; Lichtenberg bei Erxleben 706. Senebier ſah Graupeln ſtets bei ſtarker Luftelektricität fallen, und Stephenſen merkt an: daß der Ausbruch eines isländiſchen Vulkan's allemal mit Hagel von der Dicke der Sperlingseier begleitet geweſen ſey; a. a. O.*).

10) Einen äusserſt heftigen Hagelgewitterſturm, der durch die begleitenden Phänomene für die oben entwickelte Anſicht beſonders beachtenswerth iſt, beobachtete Péron auf Neu-Süd-Wales. Den 7ten October berichtet er, war das Wetter den ganzen Morgen hindurch ſchön und Himmel und Meer ruhig geweſen; Nachmittags ſprang der Wind plötzlich nach NW um, und ſtürzte dann eine ungeheure Maſſe ſchwarzer Wolken vom Gipfel der blauen Berge zur Ebene herab. Die Wolken waren ſo ſchwer, daß ſie die Erdoberfläche gleichſam beſtrichen; die Hitze war erſtickend (das Thermometer ſtieg plötzlich von 18° R. bis auf 27° R.) Bald öffneten ſich die Wolken mit einem ungeheuren Lärm, die Blitze blendeten der Beobachter Geſicht, und überall ſah man die Stralen und Schlangenlinien von blauer Farbe herabſtürzen. In dieſem Augenblicke des Sturms wehete der Wind aus allen Punkten des Compaſſes, und ſeine Heftigkeit nahm in dem Maaße zu, als die Unordnung und der Wechſel bedeutender wurde. Jedesmal, wenn ein Strom großtropfiger Regen herabgefallen war, kam aus dem Schooße einer höher gelegenen Wolke, die bei weitem ſchwärzer war, als alle übrigen, ein reichlicher Hagel herab; merkwürdiger durch die Form ſeiner Körner (längliche, unregelmäßig prismatiſche Maſſen) als durch ſeine Größe. Einige der größten wogen 3 Decagramm**). — Auch

*) Arago fand aus der Meſſung der Zwiſchenzeit, die verſtreicht zwiſchen Blitz und Donner des Hagelgewitters, daß deſſen Wolken beim Entladen der Erde zum Theil ſehr nahe ſind; Ideler a. a. O. 451.

**) Obigem zufolge gehörten jene Wolken einem trombenartigen Meteore an; vergl. oben S. 504 ff. und 380.

Collin ſah einen Hagel in Form breiter Eisſtücken herabſtürzen. Ideler a. a. O. 449—450.

11) Vorſchläge zur Abwehr der Hagelwetter machten Wrede (G's Ann. VII. 528 XXIV. 258) und Denize; deſſen Gewitter- und Hagelzerſtreuungsmittel, a. a. O. XXIV. 253; indeß hat man ihnen nicht mehr vertrauet als Lapoſtolle's Hagelableitern; oben S. 489 ff. Anm.

12) Welchen Einfluß der Mond auf Hagelwetterbildung übt? iſt unbekannt; muthmaaßlich in ſofern einen mittelbaren, als er zu Zeiten atmosphäriſche Niederſchläge begünſtigt; vgl. oben S. 276 ff. Schübler am dort a. O., ſo wie auch den hiebei mit zu berückſichtigenden Einfluß des Mondes auf Wetterleuchten und Gewitter; G's Ann. XXIV. 432.

58) Reif (Pruina). Die S. 34 des I. B. aufgeführten drei Arten: Nebelreif, Blattreif und glatteiſender Reif weichen von einander ab: theils durch ihre Entſtehungsweiſe, theils durch ihre Formen. Der erſtere iſt das Erzeugniß feuchter Nebel, die durch Nachtkühlung ihr Waſſer an den (zum Theil durch vorgängige ſtarke Wärmeentſtralung) kältenden Körper mehr oder weniger feinzertheilt kryſtalliniſch, in Form kleiner Eisnadeln entlaſſen. Häufig iſt es daſſelbe Waſſergas, was hiebei zunächſt in (Herbſt-) Nebel und dann in Reif übergeht, das bei kürzeren (mithin: bei geringerer Zeit andauernder Wärmeentſtralung; z. B. im Sommer) und größerer Bodenwärme nur als Thau gefäll't worden wäre, bei langen Nächten und kalten Tagen hingegen nicht ſelten in Eisflimmer (kryſtalliniſches Eis; ſchwebend in der Luft) übergeht. Der Blattreif erſcheint mehr verflächt, und iſt meiſtens das Erzeugniß kalter Stürme, die den bethaueten und nebelnaſſen Körper beſtreichen; oben S. 207 Bem. 7. Es gehöret hieher auch das Eis der ſog. ausſchlagenden Kälte (oben 186 Anm.) und des Fenſterglaſes, oder der ſog. gefrornen Fenſter. Der glatteiſende Reif, oder das Glatteis endlich ſtellt dar: vollkommen zuſammenhängende glatte Eisflächen, die, wenn ſie nicht das Erzeugniß des „glatteiſenden Regens" (oben S. 365) waren,

doch auf ähnliche Weiſe entſtanden: nämlich durch Thaufällung, aus warmen waſſerreichen Winden durch kalte, der Bethauung fähige Körper; vergl. oben S. 136 und 209 ff.

§. 250.

Auſſer denen in dieſem und dem vorhergehenden dritten Kapitel beſchriebenen Luftmeteoren finden ſich in den Schriften der Naturforſcher ſolche, die mit Fug und Recht weder dem einen noch dem anderen dieſer Meteore ſich unterordnen laſſen, weil die Beſchreibungen derſelben zu unvollkommen und zu wenig genau ausgefallen ſind, um eine Beſtimmung ihres Erſcheinungswerthes zuzulaſſen; es möge daher zum Schluſſe jener Beſchreibungen genügen, in Nachfolgendem mit wenigen Worten auf ſie, ſo wie zuſammenſtellungsweiſe auf die Figuren der zu dem Vorhergehenden gehörigen Kupfertafeln hinzudeuten, und einige Zuſätze beizufügen.

1) a) Im Theatro Europae und daraus in G's Ann. XXX. 107 u. 109, desgleichen in der Sulzer'ſchen Ausgabe von Scheuchzer's Naturgeſch. d. Schweizerlandes II. 258 findet ſich ein Phänomen erwähnt, daß Scheuchzer, nachdem er es in verſchiedenen Stücken der Breslauer Samml. 1819 und 1721, nach Berichten glaubwürdiger Zeugen beſchrieben und es bei ſeiner Rückreiſe von Baden im J. 1722 ſelbſt geſehen hatte, für eine optiſche Täuſchung erklärte. Er ſah nämlich, nachdem er einige Zeit die am Horizonte ſtehende, mit Dünſten umhüllte Sonne betrachtet hatte, eine Menge farbiger Kugeln; ſeiner Meinung nach: eine Folge der Blendung ſeiner Augen; vergl. G's Ann. LII. 342. (Blendungen der Art pflegen farbige Scheiben hervorzurufen, die man nicht in einer Himmelsgegend, ſondern, ſo lange ſolche Blendung dauert, überall in der Luft ſieht, wohin man ſich auch wendet). Ein ähnliches Phänomen beſchreibt Erich Acharius (G's Ann. LII. 235 ff.). Es wurde von den Bewohnern des Dorfes Biskopsberga, ohnfern der Stadt Skenmuge in Schweden den 16ten Mai 1808, an einem ſehr warmen Tage, bei einem Sturme aus SW und bei wolkenfreiem Himmel, von Nachmittag um 4 Uhr an, über 2 Stunden hindurch geſehen und begann ſo, als ob eine Hehrrauchwolke vor die Sonne trete. Die Sonne wurde nämlich verdunkelt, erſchien dunkelroth oder faſt ziegelfarben, und ſo entglänzt, daß man ohne Unbequemlichkeit in dieſelbe ſehen konnte. (Auf ſolche Weiſe hebt keine Sonnenblendung an, auch iſt dem geblendeten Auge, wie ich aus eigener mehrfacher Erfahrung weiß, nichts

empfindlicher, als das fortgeſetzte Sehen in die Sonne.) Zu gleicher Zeit ſah man vom weſtlichen Horizont, woher der Wind kam, eine Menge Kugeln oder ſphäriſcher Körper nach einander mit Geſchwindigkeit aufſteigen, die dem bloßen Auge von der Größe eines Hutkopfes erſchienen, und eine dunkelbraune Farbe hatten. (S. zufolge wären alſo hier und beim weiteren Verfolg der Erſcheinung alle Perſonen, ſo ungleich ihre Augen auch ſeyn mochten, auf gleiche Weiſe und in gleicher Stärke geblendet worden.) Je mehr ſich dieſe Körper, welche an dem weſtlichen Himmel eine anſehnliche, aber ungleiche Breite einnahmen, der Sonne näherten, deſto dunkeler wurden ſie, und in der Nähe der Sonne kohlſchwarz (Blendungsſcheiben werden um ſo dunkeler, je weiter ſie von der Sonne fernen.) In dieſer Elevation wurde ihre Bewegung langſamer, und viele derſelben ſtanden gleichſam ſtill, kamen aber bald wieder in eine beſchleunigte Bewegung, und giengen in derſelben Richtung mit großer Geſchwindigkeit beinahe horizontal fort. Während des Laufes verſchwanden einige, andere fielen herunter (einige nur wenige Ellen weit von dem Secretär Knut Guſtav Wettermark) verloren dabei allmälig ihre ſchwarze Farbe, und verſchwanden dem Auge faſt ganz, als ſie noch einige Klafter von der Erde entfernt waren; dann wurden ſie dem Auge wieder bemerkbar durch verſchiedene wechſelnde Farben, dadurch ähnelnd den Seifenblaſen der Kinder. Als man die Stelle, wo eine ſolche Kugel niedergefallen war, ſogleich unterſuchte, wurde man blos eine kaum bemerkbare Haut gewahr, die ſo dünn und fein als ein Spinngewebe war, immer noch Farben wechſelte, aber bald auftrocknete und verſchwand. — Die meiſten der Kugeln ſetzten indeß ihre Bahn faſt in horizontaler Linie fort, bis ſie dem Auge am öſtlichen Horizont entſchwanden. Millionenweiſe ſtiegen ſie in Weſten auf, und verfolgten ihren Weg unter ſtets gleichem Verhalten. Wenn ſie vor der Sonne vorbeigiengen, wurden mehrere derſelben während der zuvor erwähnten Hemmung zu 3, 6 bis 8 in eine Reihe verbunden, gleichſam wie Kettenkugeln, die durch einen dünnen und geraden Stiel zuſammengefügt worden. (Daß zu dieſer Form ſchon die einzelnen Holzrußkügelchen neigen, wurde von mir bereits im II B. 1. Abth. S. 23 angemerkt). Bei der fortgeſetzten ſchnelleren Bewegung aber trennten ſie ſich wieder und es bekam jede derſelben eine dem Anſehen nach 3—4 Klafter langen Schweif, welcher an der Baſis, wo er mit der Kugel verbunden wurde, breiter war und allmälig zu einer feinen Spitze auslief. Dieſe Schweife verſchwanden während der Fortbewegung nach und nach, und hatten eben die ſchwarze Farbe, wie die Kugeln ſelbſt; die Größe der Kugeln erlitt für das Auge keine ſonderliche Veränderung, während der Beſchreibung ihrer Bahn. — Muthmaaßlich waren dieſe Kugeln Hohlblaſen, deren elaſtiſche Hülle ſich um mehr ausdehnte, je verdünnter die Luft wurde, in welcher ſie aufſtiegen (was ſie ſcheinbar gleiche Größe beibehalten ließ), und deren Hüllenſubſtanz den Stoff des Schleimregens (oben S. 539 Anm.), und der Schleimbälle zum Hauptbeſtandtheil hatte. Sie ſcheinen übrigens dem Hehrrauche zunächſt zu ſtehen; wenigſtens verhielten

ſie ſich im Kleinen ſo, wie eine ſich aufblähende braune Hehrrauchwolke im Großen; wie ich eine dergleichen erblickte und mich eine Zeitlang in derſelben befand, den 30ſten Mai 1829; m. Arch. XVII. 58. — b) Doe's Beſchreib. e. Irwiſch-artigen Erſcheinung; G's Ann. LXX. 225. c) Weiſe: Beſchreib. e. merkw. ſ. Lufterſcheinung; a. a. O. XXIX. 103. Scherb: Beſchr. d. Materie e. Leuchtkugel; a. a. O. LXVI. 329. — Die Feuerkugel, welche 1748 Chalmer's Schiff überraſchte, mehrere Menſchen auf dem Schiffe niederwarf und einige verbrannte; der Blitz, der ohne Wolken und Donner in Frankfurt zündete: Lampadius Atmosphärolog. §. 140. S. 87. d) Windwolken; die nach allen Seiten Wind entwickeln, am heftigſten aber in der Richtung, die ſie ziehend ſelbſt verfolgen; Franklin's ſ. Wrede überſ. von Wenzel. Dresden 1780. II. 98.

2) Zur Erläuterung der beigegebenen Kupfertafeln.

Taf. I. Fig. 1. ſiehe I. S. 282. Fig. 3. ſiehe I. 354.
Fig. 2. — = — 307. Fig. 4. — = 354.
Fig. 5. — = — 475.
Fig. 6, 7, 8 und 9. II. 1ſte Abth. 158.
Fig. 10. ſiehe II. 1ſte Abth. 172.
Taf. II. Fig. 11. — = — — 639.
Fig. 12, 13, 14 ſiehe II. 1ſte Abth. 302 ff. u. 640.
Fig. 13 bezeichnet:

a) die S. 303 u. 304 Bem. 3 und 6 erwähnten Haarſtreifen; b) die durch Punctirung auf dem ganzen nicht dunkelen Theil hervortretenden nebelartigen Miſchung; ſ. S. 302 Bem. 2; c) und d) die öſtlichen und weſtlichen äuſſerſten Punkte des Fleckenrades; e) f) g) und h) den durch eine äſtige Lichtzone getheilten dunkelen Fleck; i i i die neblige Berandung und k) die S. 303 unter Bemerk. 5. erwähnte dunkle Zuſammenziehung. Auſſerdem haben dieſe Buchſtaben (a bis k) noch eine andere Bedeutung in Beziehung auf Schröters Beobachtung. Vergl. S. 306 ff.

Taf. I. Fig. 15. ſ. II. 2te Abth. 454.
Fig. 16. — — — 455.
Fig. 17. — — — 514. } die hier abgebild. Nordſcheine
Taf. II. Fig. 18. — — — 515. } wurden beobachtet von J. L.
Fig. 19. — — — 567. Roſt den 1. März 1721. Vgl.
Fig. 20. — — — 632. deſſ. Beſchreib. ꝛc. Nürnb.
Taf. III. u. Taf. IV. ſ. 2te Abth. 555. 1721. 2te Aufl. 4.
Taf. V. Fig. 21, 22, 23, 24 und 25 ſiehe II. 345—349.

Angehängt iſt meinem Exemplare der Roſt'ſchen Beſchreibung eine: Kurze Betrachtung über zwei Phaenomena oder Luft-Geſchichte, welche ſonſten Lumen Boreale seu Aurora Borealis, das iſt der Nord-Schein genennet worden; deren das erſte zwiſchen dem 17ten und 18. Februar von 7—12 Uhr, das an-

dere zwiſchen dnm 1. und 2. März ebenfalls von 7 — 12 Uhr, um und über der Stadt Frankfurt am Main dieſes jetzt laufenden Jahres 1721, wunderbar und mit vielen Feuer-Flammen vermiſchet ſind geſehen worden ꝛc. Vorgeſtellt von Johann Chriſtian Heuſon. Gymnasii Collega. Frankfurt am Main. 4. — Der Beſchreibung jener Nordſcheine läßt der Vſſer unter andern vorangehen: ein Verzeichniß der bis zum Jahre 1721 im 18ten Jahrhundert geſehenen und bekannt gewordenen Nordſcheine, das ich im Auszuge hier folgen laſſe, als Beleg für die oben S. 510 Anm. erwähnte Bemerkung: daß die hochgehenden Nordſcheine in neueren Zeiten überhaupt ſeltener geworden ſind. Es wurden Nordſcheine geſehen:

1707, in der Nacht zwiſchen dem 1. und 2. Februar, zu Copenhagen; Miscell. Berolin. II. Obs. VIII.

1707, den 6ten März zu Schönberg in d. Altmark; a. a. O. Observ. IX. Daſſelbe auch Berlin; a. a. O. Abh. X.

1710, d. 26. November zu Gießen. Anno MDCCXI. mens. Jul. p. 325.

1716, d. 17. März zu Leipzig, Danzig, Hamburg, Bremen, Amſterdam, London ꝛc.

1716, den 11. April um 10 Uhr 30 Min. durch Caſſini d. j. zu Paris; Act. Erud. Mens. Aug. MDCCXVI. p. 364.

1721, d. 25. und 28. Jan. zu Bern, den 17. und 18. Febr. zu Warſchau, Poſen, Königsberg in Preuſſen, Lipkau in Ungarn, zu Dresden, Jena, Frankfurt, Nürnberg ꝛc. in der Schweiz; und den 1. und 2. März zu Königsberg in Pr., Frankfurt a. M., Leipzig, Nürnberg und Paris. Bei dem vom 17 — 18 Februar zeigte ſich zuerſt an dem ſonſt klaren Himmel, nordnordweſtlich von Frankfurt a. M. Abends 7 Uhr eine trübe Wolke, die, ſich nord- und ſüd-oſtwärts dehnend, höher aufſtieg und binnen einer Stunde die ganze Nord- und Nordweſtſeite des Himmels verfinſterte. Gegen 8 Uhr öffnete ſich die Wolke, indem ſie einen blasgelben Schein entwickelte, gleichwie der Mond, wenn er hinter eine Wolke verborgen erſcheint. Bald darauf wetterleuchtete es in dem übrigen Wolkentheil, und während deſſen bildeten ſich zwei von W gegen NO reichende Leuchtbögen. Gegen 9 Uhr ſchoſſen die Blitze von NW bis N, und umgekehrt häufig durch einander, bis durch den erſten Bogen hindurch Flammen ähnlich den auf Fig. 18 abgebildeten ſichtbar wurden, die ſenkrecht aufſtiegen, und „oben über der dunklen Wolke viele Säulen, ohngefähr von der Weite eines Schrittes, hoch und breit, ſo lang die Bogen ſich ausdehnten, ſtehen ließen.“ Bis 11 Uhr dauerte dieſes Flammen- und Säulenſpiel. Hierauf erſchien in NO eine ſchwarz dunkle Wolke, aus welcher kurze, dicke Flam-

menſtralen hie und da in die Höhe trieben, „gleich als in einer angezündeten Bombe, ſo auch bis 12 Uhr unaufhörlich fort geſpielet, da inzwiſchen der Nordſchein und die Bogen ihren Glanz verloren, und die dunkel ſchwarze Wolke ſich gegen NNO gezogen, worauf dann der ſchön geſtirnte Himmel wiederum in ſeine Geſtalt kommen und die Witterung eine ziemlich temperirte Luft geblieben iſt.“ Heuſon nennt den Nordſchein einen unvollkommenen Blitz.

3) a) Nachfolgende Formel iſt die S. 318 und 330 Bem. 6. erwähnte von Lambert erfundene: Zählt man von S, als dem Nullpunkt der Windroſe, nach W, ſo iſt W = 90, N = 180 und O = 270 Grade; bezeichnet man nun mit φ den Winkel der mittleren Windrichtung, ſo erhält man

$$\text{Tang}\ \varphi = \frac{a + b\ \text{Cos}\ 45^\circ}{\alpha + \beta\ \text{Cos}\ 45^\circ}$$

wenn 8 Windrichtungen unterſchieden werden

u. $a = W - O$ $\qquad \alpha = S - N$
$b = NW + SW - NO - SO$ $\beta = SW + SO - NW - NO$ iſt,

wo die Windzeichen die Summe der Beobachtungen bezeichnen, wenn die Intenſitäten als gleich geſetzt werden.

b) Zu denen S. 368 ff. erwähnten heißen Stürmen gehören noch (Kämtz Bemerkung gemäß; Halliſche Allg. Lit. Zeit. April 1830 Nro. 80) folgende: 1) die in Hindoſton herrſchenden (Valentia Reiſe, in der Weimarſch. Biblioth. I. 134 und 135. II. 258. Le Gentil Voyage I. 477); 2) die in Neu-Süd-Wales (Cunningham Neu-Süd-Wales S. 96. Turkey Reiſe. Weimarſch. Biblioth. XXIV. 93. Péron Voyage I. 396); 3) in Louiſiana (Ulloa Nachr. I. 59) und 4) der Solano in Spanien (Dillon Reiſe II. 95). Townſend Reiſe 133) u. A.

c) Zu Cuddapah — Hauptſtadt des öſtlichen Diſtrictes von Balaghaut, auf der Inſel St. Mauritius, liegend am Eingange eines ehemals für heilig gehaltenen Thales, und nach allen Seiten von Hügeln umgeben — iſt die Hitze ſo auſſerordentlich groß, daß dieſe Stadt deshalb von den Europäern: die Bratpfanne Indiens genannt wird. Sie fängt im Februar an, und wächſt bis zum Juni, wo die Regenzeit beginnt und die Luft abkühlt. Beſonders erſtickend iſt die Luft in der Nacht, wo jede Luftbewegung aufhört, und die Einwohner, obgleich ſie unbekleidet ſchlafen, doch Ströme von Schweiß entlaſſen. Die Regenzeit heißt hier und in anliegenden Gegenden durchgängig Manſoon (vergl. S. 366). — Bei 8000 engl. F. Höhe über Meeresfläche, war es zu Otakamund (einer Bergſpitze) beiläufig 11° n. Br. u. 75° öſtl. L. ſo wenig kühl,

als in den Spätherbſtmonaten zu England. Vgl. oben S. 269 ff. — Noch bei 23000 bis 24000 Fuß Höhe, iſt der Himalaya bewohnbar.

d) Der Miſſionar Wood ſah bei der Inſel Montſerrat (Weſtindien) mehrere Waſſerhoſen auf dem Meere ſchwimmen; die Wolke, an der ſie alle hiengen, war ſehr finſter und dehnte ſich in Geſtalt eines Hufeiſens $\frac{1}{2}$ Stunde weit aus. In einer der Waſſerhoſen konnte W. deutlich wahrnehmen: Luftröhren; die Geſtalt war ſpitzig zulaufend und die Spitze abwärts gekehrt. Sieben dergleichen Waſſerhoſen bildeten ſich binnen $\frac{1}{4}$ Stunde. Das Meer ſchäumte ſtark, die Wolke zerſtreuete ſich dann, und in $\frac{1}{2}$ Stunde fiel nicht lange andauernder Platzregen; ſ. oben S. 506.

e) Sechs eiſerne Beile fielen vom Himmel; erzählt Paulus Merula in ſ. Cosmographia; Becher in ſ. Experiment. chymic. nov. II. 66. — Vergl. oben S. 533. Verzeichniſſe der Meteorolithen älteſter, ſpäterer und neuerer Zeit hat früherhin geliefert Chladni in G's Ann. XV. 307. XIX. 243. XXIX. 375. XLII. 203. XLVII. 96. L. 225, 257. LIII. 307, 369. LIV. 330, 393. LVI 375. LIX. 1. LX. 238. LXIII. 17. LXVIII. 329. LXXI. 359 LXXV. 229. Nichtſteinige herabgefallene Maſſen LV. 249. Desgleichen in Poggendorff's Ann. II. 151. VI. 21, 161. VIII. 45. Vergl. auch die oben S. 527—529 Anm. und 532 ff. Anm., ſowie 536 ff. Anm. erwähnten Schriften.

f) Denen S. 3—4 und 5—6 des I. B., ſo wie jenen gelegentlich (theils in den §§., theils und vorzüglich in denen den einzelnen §§. zugehörigen Bemerkungen) erwähnten meteorologiſchen Schriften mögen hier, zur Vervollſtändigung ebengedachter Angaben, noch nachſtehende Titel folgen:

Exposé de quelques observations qu'on pourrait faire, pour repandre du jour sur la Meteorologie — par Mr. Lambert; in den Nouveaux mémoires de l'Ac. de Berlin. 1772. p. 80.

Ephemerides Soc. Meteorologicae palatinae, historia et observationes. Manhemii 1783. 4. u. d. ſ. J. Hemmer: Descriptio instrumentorum societ. Meteorolog. palat. Manhemii 1782.

G. E. Roſenthal Verſuch wie meteorologiſche Beobachtungen zur ſchicklichſten Zeit zu machen und zu ordnen. Erfurt 1781. 8.

Von den bisherigen Verſuchen über längere Vorausſicht der Witterung. Eine geſchichtliche Skizze ꝛc. von Anſelm Ellinger. München 1815. 4.

Das Barometer als Witterungsvoranzeiger. Von Dr. Joſeph W. Fiſcher. Wien 1827. 8.

Das Syſtem der Allg. Witterungskunde und meteoriſcher Proſpectus der Jahre 1828 und 1829, nebſt jenem des merkwürdigen Nachwinters von 1829 — 1830. Von Joh. Ph. Hellinger. Coblenz, 1830. 8. *).

---

*) Das Büchlein beginnt im 2ten §. mit folgender Begriffsbeſtimmung der Witterungskunde. „Witterungskunde, als eine beſondere Abtheilung der Meteorologie, iſt die Lehre des Zuges der Winde und Wolken und der aus dieſer Kenntniß reſultirenden Anwendung ihrer Erſcheinungen, zugleich zum Zweck des Vorherwiſſens der Witterung oder des Wetters.“ Als Witterungs-Principien werden dann im 7ten §. (S 3 ff.) aufgeführt: Das Erſte und zugleich Haupt-Prinzip der jährlichen Witterung iſt die Epoche der Winter-Erdwende ſelbſt. Durch dieſe erſtaunenswürdige Einrichtung der Natur determirt ſich bald ein Cyklus der Winde zum Umzuge für das ganze Jahr. Das Zweite iſt das der beſtändigen Widerholung des ſich neu gebildeten erſten Umzuges der Winde und zwar im Gefolge der nämlichen, im erſten Umzuge ſtatt gehabten Witterungserſcheinungen. Das Dritte, zugleich der Schluß jedes Umzuges, iſt das des Durchganges des Windes auf ſeinem Kurſus durch die Nord-Zone, und zwar nach Oſten hin. Das Vierte iſt das der gleichfalls erſtaunenswürdigen Sommer-Erd-Wende, welche ihren Einfluß dazu geltend macht, daß ſie den ſich ſchon halbjährig wiederholten Kurſus und die darin erſchienene Witterung für einige Zeit unterbricht. Das Fünfte iſt die, von den erſten Tagen bis zur Mitte Novembers Statt findende, Entſcheidung über die ſpezielle Beſchaffenheit der Witterung im November und Dezember; desgleichen die, im erſten Umzuge des Windes Statt findende Entſcheidung über die ſpezielle Witterungs-Eigenſchaft der beiden Monate Januar und Februar.“ Im 8ten und 9ten §. heißt es dann weiter: „Dieſe fünf Prinzipien ſind die poſitiven der Witterung, auſſer denen es noch ein negatives Princip, als das Sechste giebt, und welches das der Unterbrechung des, ſich im Anfange des Jahres feſtgeſetzten, Umzuges der Winde und mithin auch der, aus dieſem Umzuge entſtandenen, Witterungsart iſt. Die poſitiven (Principien) bilden die normale und das negative Prinzip verurſacht die abnorme Witterung.“ — Nun folgt eine Erklärung der Principien §. 10 — 20; dann §. 21 — 25 die Anwendung derſelben. Hierauf eine geſchichtliche Erläuterung (Den Vſſer beſtimmte ſeine Neigung

H. G. Brandes: Dissertatio physica de repentinis variationibus in pressione atmosphaerae observatis. Sectio prima etc. Lipsiae MDCCCXXVI. etc.

Sammlung der vom 8ten Mai 1817 bis 31. December 1827 im k. k. Conviktgebäude, nächſt dem Piariſtenkollegium auf der Neuſtadt Prag Nro. C. 856 angeſtellten aſtronomiſchen, meteorologiſchen und phyſiſchen Beobachtungen von C. Hallaſchka ꝛc. Prag 1830. gr. 4.

Abhandlung über die Annahme eines allgemeinen Kalender-Meridian's, mit den dazu nöthigen Erklärungen, in welchen bewieſen wird, wie das Datum rund um die Erde in allen Welttheilen correspondirend übereinſtimme; nebſt mehreren Bemerkungen der Herren Profeſſoren Ideler und Encke, wie auch des Herrn Dr. Olbers. Verfaßt und herausgegeben von G. Wilcke, Kauffahrtei-Schiffskapitän. Stettin 1830. 8.*).

---

zur Landſchaftsmalerei zum Beobachten des Himmels; das Studium von Kant's phyſ. Geographie und anderer Schriften dieſes großen Denkers erleichterten es ihm dann ſeine Ideen über Witterungskunde zur Allgemeinheit zu ordnen und die Erſcheinung auf Principien zu reduciren. Aber es fehlte ein Axiom: um Abnormitäten in den Principien zu erklären; ſeine fortgeſetzten Beobachtungen ließen ihm das Fehlende ergänzen durch (im Jahr 1828 erfolgtes und durch das Jahr 1829 beſtätigtes) Auffinden des negativen Prinzips." — Vergl. hiemit oben S. 204 Bem. 4 S. 210 Bem. 7 S. 244 ff. S. 251 u. ff. S. 361 ff. S. 393 ff. S. 397, 402 — 407.

*) Zur Erläuterung obigen Titels diene folgende Stelle aus Dr. Olbers Beurtheilung des Wilcke'ſchen Vorſchlags: Wenn an einem beſtimmten Orte die Zeit = T iſt, ſo iſt es an einem andern Orte, der in der Länge gegen Oſten A Grade davon entfernt iſt, $T + \frac{A}{15}$ Stunden; an einem Orte aber der B Grade weſtlich davon liegt $T - \frac{A}{15}$ Stunden. So lange nun A und B klein ſind, hat die Beſtimmung des Datums, wenn T für einen Ort in Europa gilt, an den Oertern A und B keine Schwierigkeit oder Ungewißheit. Allein wenn A oder B groß wird, ſo muß das Datum dort um einen Tag zweifelhaft werden. Denn derſelbe Ort, der A öſtliche Länge hat, muß auch nothwendig 360° — A weſtliche Länge haben. Nimmt man ſeine Lage als

Kämtz's Bearbeitungen der Artikel: Barometer, Klima, Meteorologie, Luftkreis ꝛc. in Dr. Rudolph Brandes ſehr

---

öſtlich an, ſo iſt die Zeit dort $= T + \frac{A}{15}$ Stunden. Betrachtet man ſie aber als weſtlich, ſo wird die Zeit

$$= T - \frac{360^\circ - A}{15} = T + \frac{A}{15} - 24$$

Stunden, alſo gerade um einen Tag weniger. Iſt es z. B. zu Paris am 20ſten März 6 Uhr Morgens, ſo iſt es an einem Orte der 180° öſtlich, und alſo auch 180° weſtlich in der Länge davon entfernt iſt, 6 Uhr Abends (vergl. I. S. 291 dieſes Handbuchs): aber, ob dies dort der Abend des 20ſten März, oder der Abend des 19ten Märzes genannt werde, das hängt davon ab, ob man den Zeitunterſchied von T nach der Formel $T + \frac{A}{15}$, oder $T - \frac{B}{15}$ berechnet hat. Es muß alſo auf jeden Parallel des Erdäquators zwei einander mehr oder weniger nahe Oerter geben, in welchen das Datum um einen Tag verſchieden iſt. Sind die chriſtlichen Einwohner eines ſolchen von Europa entlegenen Orts, oder chriſtliche Geſittung zu den Einwohnern, von Weſten her dahin gekommen, ſo hat man nach der Formel $T + \frac{A}{15}$ gerechnet, und der Ort wird einen Tag mehr zählen, als ein benachbarter, wohin Einwohner oder Geſittigung von Oſten her eingewandert waren. Die Portugieſen gingen um das Vorgebirge der guten Hoffnung, und kamen alſo zu ihren Entdeckungen und Eroberungen von Weſten her: hingegen die Spanier ſegelten durch die Magellaniſche Meer-Enge, oder ſpäter von den amerikaniſchen Küſten gegen Weſten, und kamen zu den von ihnen entdeckten und zum Theil beſetzten Inſeln von Oſten her; und ſo mußten letztere einen Tag weniger im Datum zählen, als die erſteren, wie beide in Japan und bei den Molucken zuſammentrafen, oder Nachbarn wurden. — Da es alſo in jenen entfernten Gegenden blos von dem zufälligen Umſtande abhängt, ob die chriſtlichen Bewohner von Weſten oder von Oſten her zu einem Lande oder einer Inſel gekommen ſind, daß dieſe einen Tag mehr oder weniger zählen, als ihre Nachbarn: ſo muß die Linie, die beide von einander trennt, eine ſehr unregelmäßige Krümmung und Geſtalt haben. Verwundern muß man ſich, daß man dieſe Linie noch auf keiner der bisher erſchienenen Welt- oder allgemeinen Seecharten verzeichnet hat. Bei einiger Be-

gehaltreichem: Repertorium für die Chemie als Wiſſenſchaft und Kunſt. Hannover. gr. 4.

---

leſenheit und gehöriger Nachforſchung in Reiſebeſchreibungen wird ſie ſich genau genug beſtimmen laſſen, ob ſie gleich ſeit dem 16ten Jahrhundert einige Veränderungen erfahren hat. — Beiläufig wird ſie jetzt, vom Südpol kommend, öſtlich von Neuſeeland und Neuholland entfernt bleiben, ſich dann zwiſchen den Carolinen und Neuguinea hindurch nach Weſten biegen, die Philippinen und Marianen einſchließen, ſüdöſtlich von den japaniſchen und kuriliſchen Inſeln, und ſüdlich von den Aleuten nach der Nordweſtküſte von Amerika ſtreichen; dieſe Küſte zwiſchen den Niederlaſſungen der Anglo-Amerikaner und der ruſſiſchen Colonien durchſchneiden, und nicht weit öſtlich von dieſen ruſſiſchen Colonien nach dem Nordpol laufen. Weſtwärts von dieſer Linie zählt man als Datum und Wochentag einen Tag mehr, als oſtwärts. — Dieſem ganz unregelmäßigen Lauf und dieſen Krümmungen der Linie, die die Tage auf der Erde von einander ſcheidet, will nun Herr Wilcke abhelfen, und ſchlägt vor, einen mitten durch die Behringsſtraße gehenden Meridian allgemein als die Scheidungslinie, und als einen allgemeinen Kalender-Meridian anzunehmen. Die Lage dieſes Meridians ſcheint in ſo weit verſtändig gewählt, da er kein bewohntes feſtes Land, und nur wenige Inſelgruppen durchſchneidet. Er ſetzt dieſen Meridian in 169°1′ weſtlicher Länge von Greewich, der alſo 208°39′ Länge von der Inſel Ferro haben wird. Schiffer, die auf ihren Seereiſen dieſen Meridian nicht durchſchneiden, würden dann das Datum ihrer Schiffsrechnung nicht verändern. Durchſchneiden ſie ihn aber, ſo müſſen ſie von Weſten kommend einen Tag von ihrer bisherigen Rechnung abziehen; wenn ſie aber von Oſten herkommen, einen Tag zulegen, und können nach dieſer Verbeſſerung ſicher ſeyn, bei allen chriſtlichen Bewohnern, wo ſie etwa anlegen möchten, denſelben Monats- und Wochentag zu finden, den ſie ſelbſt zählen: vorausgeſetzt nämlich, daß auch dieſe Bewohner jenen allgemeinen Kalender-Meridian anerkannt, oder doch ihre Zeitrechnung dem gemäß eingerichtet hätten. Herr Wilke zeigt dann noch umſtändlich, wie ſich, dieſen Kalender-Meridian angenommen, die Tage und Tageszeiten in den Haupttheilen der Erde gegen einander verhalten, und auf einander folgen würden. Dr. Olbers fügt dann hinzu: „der Vorſchlag iſt weſentlich nicht neu; die allgemeine Einführung dieſes Kalender-Meridians würde in jedem Falle große Schwierigkeiten haben; um ſo mehr: da die Einführung nur geringe Vortheile gewähren könnte, und dieſe von den Nachtheilen, bei ganz konſequenter Durchführung des Vorſchlages, bei

Theod. van Swinderen: Disputatio chemico-physica inauguralis: De Atmosphaera etc. Groningae MDCCCV. 8.

Tractatus physico-medicus de Atmosphaera et Aere atmosphaerico etc. Autore H. J. Jaeger. Coloniae Agripp. MDCCCXVI.

Ueber die Dalton'ſche Theorie. Von J. F. Benzenberg. Düſſeldorf 1830. 8.

J. R. Meyer d. j. ſyſtematiſche Darſtellung aller Erfahrungen über allgemein verbreitete Potenzen ꝛc. I. Arau 1806. 4.

J. D. Reuſs: Repertorium commentationum a societatis litterariis editarum. Tom. IV. Gottingae 1805. 4. pag. 75 — 175.

Analekten für Erd- und Himmelskunde. Herausgegeben von Fr. v. P. Gruithuiſen. 1. bis 5. Heft. München 1827—30. 8.

K. E. A. von Hoff: Geſchichte der durch Ueberlieferung nachgewie-

---

weitem überwogen werden dürften." — Es folgen dann die Beweiſe dieſer Behauptungen, ſo wie Wilke's Erwiederung. — In Bezug auf die Scheidelinie bemerkt Wilke, daß ſie jetzt noch mehrere Krümmungen durch die Südſee mamachen müßte, wie vor 200 Jahren; d. i. wie jene, welche Dr. Olbers bezeichnete. Auch müßte ſie nicht allein öſtlich von Neuſeeland und Neuholland, ſondern vom Südpol kommend öſtlich von den Societäts-Inſeln entfernt gezogen werden. Dieſe Linie würde von dem öſtlichſten Punkte bis zu dem weſtlichen ohngefähr 110° Längen-Unterſchied und unter dem Aequator 6600 Seemeilen enthalten (d. i. beinahe den dritten Theil der Erdrunde) und ferner vom weſtlichſten Punkte bis zum zweiten öſtlichſten circa 100°, oder 6000 Seemeilen. — Die meiſten Schiffer, die Reiſen in ſo entfernte Länder machen, entgegnet ferner Olbers, die haben ſchon von ſelber einen ſolchen Meridian eingeführt; denn ſie rechnen nicht mehr nach der abſoluten Länge der Oerter, ſondern nach öſtlicher oder weſtlicher Längendifferenz von Greenwich oder Paris. Der Meridian 180° von Greenwich oder Paris iſt alſo für ſie eben das, was der Meridian, den Herr Wilke einführen will, für ſie ſeyn könnte (was W. jedoch nur bedintg zugeſteht). — S. 56 — 66 findet man übrigens in dieſem Büchlein noch eine intereſſante Zuſammenſtellung der auf dem großen ſüdlichen Ocean bis jetzt gemachten Entdeckungsreiſen.

ſenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. I — II. Th. Gotha 1822 und 1824. gr. 8.

Des Grafen von Lacépède ꝛc. Alter der Natur und Geſchichte des Menſchengeſchlechts. Aus dem Franzöſiſchen mit Vorrede und Anmerkungen von Hermann von Meyer ꝛc. Frankfurt am Main 1830. 8.

J. C. L. Schmidt: Lehrb. d. mathematiſchen und phyſiſchen Geographie. I — II. Th. Göttingen 1829 — 1830. 8.

Jedes der im Vorhergehenden in Betrachtung gezogenen Luftmeteore unterliegt in Abſicht auf Eintreten, Verſchwinden und Wiederkehr jener Nothwendigkeit der durch ihre Entgegenwirkung einander zum relativ ſelbſtthätigen Ganzen verbindenden Theile, welche als höherer Zuſammenhang ſichtbar wird in allen Veränderungen der Erde, und die in Beziehung auf dieſe Aenderungen ſich bezeichnen läßt als das Geſetz der den Beſtand der Erde ſichernden Ausgleichung (oben S. 10), oder, wie es die ältere Phyſik nannte, als das „Geſetz der Compenſation“; das ſelbſt aber nur iſt allgemeinſter Ausdruck für das Beſtehen der Erde: als Weltkörperganzes; d. i. als zeitliche, in eben ſo beſtimmter Entwickelungsfolge, als ſcharf begrenzter Selbſtthümlichkeit beharrende Welt. Dieſem Einheitsgeſetze gemäß wechſeln auf und in der Erde unaufhörlich, die heftigſten Erſchütterungen mit der entſchiedenſten Scheinruhe; die gewaltſamſten Zerſtörungen, mit den großartigſten Bildungen (I. §. 41 und §. 42 ff.); höchſt mannigfaches Hinneigen zur Zwangsruhe des Gleichgewichts der Kräfte, mit nicht minder vielgeartetem Aufregen der Elementargewalten zur freien Aeuſſerung ihrer Thätigkeiten; zahlloſe Auflöſungen der die Lebenseinheit bezeugenden leiblichen Bande, mit eben ſo vielen Verſuchen, letztere wieder zu neuen Weſenseinheiten zu verſchlingen; in endloſen Wiederholungen ſich darſtellendes Einſchlummern zum Tode, mit unüberſehbar wiederkehren-

dem Auferſtehen zum Leben, und wenn Alles, was wir auf und in der Erde erblicken vergänglich erſcheint in der Form ſeines Daſeyns, und je höher die Erdindividuen geſtellt ſind, um ſo mehr kund wird die Noth um des Einzellebens Selbſtthümlichkeit, ſo iſt es jenes große Beſtandesgeſetz der Erde und aller übrigen Individualiſirungs-Stufen des Univerſums, welches, indem es die Allthümlichkeit des Ganzen ſichert, zum Retter ſich aufwirft für jegliche Selbſtthat jedes Einzelnen. Dieſes höchſten Geſetzes Walte gemäß hat jede Wechſelthätigkeit auf Erden, wie im Weltall ihre Zeit; beginnend, ſich vollendend und rückkehrend zur Stufe, auf der ſie begonnen, beſchreiben alle einzelne Naturgewalten ihrer Thätigkeit unaufhaltbaren Kreislauf. Und ſo treten denn auch in Luft und Aether zeitgemäß hervor die eine oder die andere Erſcheinungsform, die eine oder die andere Reihe von Meteoren, erreichen nun früher oder ſpäter die höchſte Fülle ihrer Wirkſamkeit und ihrer leiblichen Entfaltung, um dann, jenſeits derſelben, zurückzukehren zur früheren Minderung ihrer Kraftäuſſerung und zur ehemaligen Unwahrnehmbarkeit ihres Daſeyns; und es folgen ihnen, einer gleichen Entwickelungsordnung entgegen gehend, andere, wie jene gezeugt aus der Wechſelwirkung der Kräfte des Ganzen, und durch dieſe Wechſelwirkung dem endlichen Schickſale ihrer Vorgänger erliegend, um, gleich dieſen, ſpäterhin wieder aufzutauchen aus den Wogen des ſchöpferiſchen All, in neugewonnener Kraftfülle und in ſich neu verſuchender Jugend *).

*) Denn es ſchreibt die Schönheit des Ganzen, d. i. die keines Aeuſſeren bedürfende, in ſich ſelber gehaltene Vollendung, der Zerſtörung ſelbſt ihr edles Maaß vor, und indem dieſe in jene ſich wieder auflöſt, öffnet ſie dem inneren Blicke jenes erhabene Moment göttlicher Walte, in welchem Bildung und Zerſtörung, ihre Entgegnung aufgebend, Hand in Hand gehen; wo die Bethätigung des Einzelnen, in der Beſeelung des Ganzen die Verklärung ſeiner ſelbſt findet, und wo Alle die Harmonie des Ganzen zum Ziele ihres Strebens nehmen.

Regiſter.

(I. bedeutet erſter Band, II. zweiten Bandes erſte Abtheilung, III. zweiten Bandes zweite Abtheilung. Die den römiſchen folgenden arabiſchen Zahlen bezeichnen nach I. die Seite des erſten Bandes, nach II. die der erſten Abtheilung des zweiten Bandes und die nach III. jene der zweiten Abtheilung des zweiten Bandes.)

A.

Abendröthe III. 447.
Abplattung d. Erde I. 40, 253. d. Planeten II. 476.
Abſtoßung I. 254.
Acheron I. 593.
Adhäſion III 32. d. Gaſe III. 97. ſ. auch Gaſe.
Aeolushölen, Winde derſelben III. 371.
Aequator, Höhe deſſ. I. 307.
— — Tageslänge daſ. I. 289.
Aerolithen ſ. Meteorolithen.
Aerolithenhagel III. 542.
Aerotanyt III. 140.
Aether I. 1, 304. II. 1. III. 12. frei von fühlbarer Wärme I. 310.
Aetherfinſterungen I. 29, 471.
Aetherhellungen I. 28.
Aetheriſiren I. 229.
Aethermeteore II. 639.
Aether, Wärme- u. Lichtentbind. a. demſ. I. 310, Widerſtand deſſ. II. 168, 172.
Aethrioskop, Leslie's III. 223.
Alchemie I. 18.
Alkoholthermometer III. 106, 129.
Amerika, Entdeck. deſſ. vor Colomb. I. 107, Hebung deſſ. I. 191. u. Aſien; ehemal. Zuſammenh. derſ. I. 107.
Amphibien lebende, eingeſchloſſen in Stein I. 91.
Amphibien, Verbreit. derſ. I. 438.
Amphiscii ſ. Zweiſchattige.
Anemobarometer III. 325.
Anemometeore III. 353, 360.
Anemometer III. 324, 328.
Anemometrograph III. 327.
Anemoskop ſ. Windfahne.
Anſehen d. Himmels ſ. Himmelsſchau.
Anthrakometrie III. 63, 66.
Antipoden, ſ. Gegenfüßler.
Antoeci ſ. Gegenbewohner.
Anziehung, Umwandelung derſelben in Abſtoßung II. 544.
Aphis III. 561.
Aralſee I. 123.
Artenbildung, neue der Lebweſen II. 119
Aſche, vulkaniſche I. 58.
Ascii ſ. Umſchattige.
Aſphalt I. 86.
Aſphaltfeuer I. 85. III. 545.
Aſſimilation II. 28.
Aſteroiden II. 402, 415, 528.
Aſtrologie I. 17.
Athmung II. 31.
Atlantis I. 106, 417.
Atmometer oder Atmidometer I. 382. III. 334.
Atmosphäre, als Vermittler der

Ein- und Rückwirkung der Weltkörper III. 4. d. Erde II. 330. Grenze derſ. I. 300. Form derſ. III. 62, Höhe derſ. III 62. Höhe derſ. III. 38., ob ſie in höheren Schichten mit rotirt I. 468. Selbſterneuung derſ. III. 591.

Atmosphäre des Mondes II. 261, anderer Weltkörper I. 245, 272.

Atome, ob ſie kuglig III. 62.

Aufgang der Sonne III. 447, in den Polargegenden I. 331.

Axendrehung der Erde und der Planeten I. 251, ſ. auch Planeten.

B.

Badethermometer III. 130.

Baku auf Absheron I. 85.

Barometeränderungen bei verſchiedenen Winden III. 402, mittlere III. 241, 247, tägliche III. 279, ſ. auch Barometerſtand.

Barometer, als Wetterverkünder III. 240.

Barometerbebungen I. 262, III. 242, 257, 269, 275.

Barometer, Behandlung deſſelben III. 49, 269.

Barometerbeſtimmungen, meteorologiſche III. 291.

Barometer-Depreſſionen III. 265, 268.

Barometer-Fallen, bei Gewittern III. 299, bei Regen III. 298, bei Sturm III. 297, vor dem Typhon I. 467.

Barometer-Gang III. 241.

Barometer-Hebung, gegenwärtig fortſchreitende III. 297.

Barometerhöhen, mittlere, bei verſchiedenen Winden III 244, 245, 298, vom Aequator nach den Polen III. 266.

Barometer-Leuchten II. 565, -Periodicität III. 263, 266, -Schwankungen III. 242.

Barometer-Schwanken III. 242, 246, 269, anomaliſches in Sibirien III. 407.

Barometerſtand, Abhängigkeit deſſ. vom Mondeswechſel III. 213, an Meeresfläche III. 267, bei Meilenhöhe III. 62, Differenz des mittl. III. 63, mittl. I. 315.

Baſaltberge I. 50.

Baſalttrumen im Kohlenflötz I. 90.

Baumſtämme, verſteinerte I. 91, verkohlte I. 91.

Bebungen, der Luft und des Waſſers; allg. Urſachen derſ. I. 468.

Beobachtungen, meteorologiſche, graphiſche Darſtellung derſ. III. 345, öffentl. Mittheilung derſ. III. 343, von Staatswegen ausgeführte III. 350, Zweck derſ. III. 343.

Berge, brennende I. 86; der Venus und des Mondes: Geſetzliches ihrer Höhen II. 385.

Bergglocke, ſog. III. 372.

Berghöhen I. 93.

Bergrauch III. 552.

Bergſtürze I. 117.

Bernſtein I. 87, 166.

Beſtandtheile, phyſiſche, im Gegenſatz der chemiſchen III. 11.

Bette, alter Strömungen I. 115.

Binnenmeere I. 181.

Binnenſeen, große I. 181.

Blitz III 485, 497, Ableiter deſſ. III. 485, Länge deſſ. III. 496, Reflexion deſſ. III. 495, Tödtung durch ihn, wie ſie erfolgt III. 499, Wirkung deſſ. III. 539.

Blitzröhren III. 495.

Blutegel, als Wetterpropheten III. 177.

Blutregen III. 547, 548.

Boden, Erhöhung deſſ. durch Staub I. 113, wachſende I. 112.

Boden, fruchttragender; Zeit ſeiner Entſtehung I. 205, Lichtbind. u. Wärmeentſtral. deſſ. I 364.

Bodenwärme, warum ſie im Norden die Luftwärme übertrifft; nach Wahlenberg, v. Buch, A. v. Humboldt, Kupffer und Kaſtner III. 283, 285.

Boden, wie ein Zuſatz von Salz ſeine Wärme unterſtützt I. 441.
Braunkohle I. 119.
Brauſehullen I. 461.
Brockengeſpenſt III 482.
Brunnen, arteſiſche I. 389, III. 271.

C.

Capillardepreſſion III. 44, 52, ſ. auch Barometer=Depreſſion.
Caſtor und Pollux III. 507.
Centralſonnen II. 56, zu einem Doppelſtern gehörig; ebendaſ.
Centralwärme III. 271, ſ. auch Erde, Innenwärme derſ.
Cercius III. 366.
Ceres II. 427—431.
Chamſin III. 368, 379.
Charte, geographiſche u. meteorologiſche I. 367.
Chasma III 508.
Chelidonii III. 366.
Chemie, Obliegenheit derſ. III. 37.
Chimborazo, vergl. mit Venusberge II. 330.
Chiminello, Tafeln deſſ. III. 101, 104.
Chloreiſen, ſtark hygroskopiſch III. 138.
Chlorkalk, wie er die Luft reinigt III. 138.
Chlorophyll III. 65.
Cirro-Cumulus III. 557.
Cirrus III. 382, 556.
Cohärenz, Vermehr. derſ. durch Druck II 545 Anm., III. 94.
Cohäſion III. 94.
Colur, der Nachtgleichen I. 287, der Sonnenwende I. 288.
Conjunction I. 474.
Conſtitution, klimatiſche II. 88.
Corrallenfelſen I 92.
Corallengrund I. 89, 92.
Corallenriffe, hoch über dem Meer I. 110.
Couot-shouc, mineraliſch. I. 118.
Courant ascendent, H. B. Sauſſure's III. 101.
Cumulostratus III. 382, 558.
Cumulus III. 382, 556.
Cyclus, goldener I. 478.

D.

Dämmerlicht des Weltraums I. 28, II 631.
Dämmerung I. 163, 285, III. 445, der Polargegenden I. 290.
Dämonen II. 118.
Dalton, Anſicht deſſ. von den Gasgemengen, Einwürfe dagegen und deren Prüfung III. 96.
Dapéche I. 118.
Dattelzone ſ. Zone, ſubtropiſche.
Demant, Entſteh. deſſ. I. 216, 353.
Diamant, ſ. Demant.
Dienung I. 452, 457.
Differentialbarometer III. 131.
Differentialthermometer Leslie's III. 78, 80, 96. Ritſchie's III. 329, Schmidt's ebendaſ.
Dinge, Natur derſ. I. 20, 27.
Donner III. 485, 491, 496, 497. Raſſeln deſſ III. 390. Verſtärkung deſſ. III 497.
Doppelreihe, 8gliedrige der Planeten II. 529.
Doppelſterne II. 65, 66, 110, 159, Entdeckung derſ. II. 388.
Drache, elektriſche III. 234, feurige III. 525, 529, 545.
Droſometer ſ. Thaumeſſer.
Dunſtbläschen, Darſtellung größter I. 398.
Dunſtſpiegelung III. 482.
Dunſtſtreifen III. 475.
Durchgang der Fixſterne I. 286, des Merkur I. 479, der Venus ebendaſ. und II 365.
Durchmeſſer, ſcheinbarer der Erde I. 302, der Sonne ebendaſ., der Planeten ꝛc. ſ. Planeten.

E.

Ebbe und Fluth I. 447, 482, der Polarmeere I. 470, ob Kometen darauf wirken II. 513,

unterirdiſche I. 74, der Luft ſ. Barometer-Bebungen und Schwankungen I. 468.
Einſchattige I. 297.
Einſenkungen d. Erdoberfläche I. 46.
Eis, Ausſchlagen deſſ. III. 185.
Eisbilder I. 397. Eisleuchten I. 413.
Eisbildung, in Höhlen I. 393, 396.
Eiscylinder, in der Luft ſchwebende III. 461, 464.
Eisdecke, Berſten derſ. I. 395.
Eisflimmern III. 225 ſ. auch Flimmerlicht.
Eiskryſtalle, große I. 395, in der Luft III. 225, 469.
Eismeer I. 213, Dünſte deſſ. III. 522.
Eis, mitten auf Seen I. 397.
Eis, primitive Form deſſ. I. 395.
Eisſphäroiden, hohle in der Luft III. 223, 224.
Eisverdunſtung I. 382, 392, III. 197.
Eis, wie es zu Benares entſteht III. 256.
Eiſen, kohlenſaures, in der Luft III. 26.
Ekliptik, Schiefe derſ. I. 308, Pole derſ. I. 287.
Eknephias III. 379.
Elater noctilucus I. 416.
Elektricität I. 229, II. 12.
Elektricität, Ableit. derſ. III. 25, der Erde I. 227, der oberen Planeten II. 423. Entſtehung derſ. b. Meteoren III. 219, 309. Erdhülle aus derſelben (ſ. auch Gewitterzone) III. 27; erzeugt durch Magnetismus III. 515, durch Kometen II. 611, durch andere Weltkörper I. 258, III. 27; oſtweſtliche Zone derſelben II. 422, Spitzenſtrömung derſ. I. 398, Verhältniß zu den Gaſen III. 25.
Electrogenium I. 20.
Elektromagnetismus I. 229, der Erde I. 259, des Meeres I. 444, ſ. auch Siderismus.
Elektrometeore III. 353, 485.
Elektrometer Bennet's III. 314, 316, v. Bohnenberger's III. 315. Volta's III. 299, 306, die Zamboniſche Säule als Elektrometer benutzt III. 310, 312, 337 (vergl. auch Säule, galvaniſche trockne).
Elektrometrie III. 554.
Elementarorganismen, Entſtehen derſ. II. 38, in der Luft III. 541 Anm., 562 Anm.
Elementencultus II. 147.
Eliasfeuer III. 507.
St. Elmsfeuer III. 507.
Epidemien, Abhängigkeit derſ. von Zeit und Raum II. 88, Entwickelungsgeſetze derſ. nach Schnurrer II. 85, Individualiſirungen derſ. II. 87, Periodicität derſ. II. 82, 89, Wanderungen derſ. II. 84.
Epiphytozien II. 86.
Epizootien, ebendaſ.
Erdaxe, Schwanken derſ. III. 7.
Erdbeben-Vorboten derſ. I. 60, Kennzeichen I. 63, Wirkungen im Allg. I. 61, 65, III. 304, Wirk. auf Glätſcher I. 215; auf Lufttemperatur I. 361; auf heiße Quellen I. 54, in Gruben I. 394, zu Gaſtein I. 467 (vergleiche auch Einſenkungen) Zeit ihrer Vermehrung I. 203, Urſprung derſ. I. 63, Meteorbegleitung derſ. I. 64, 65, 66, 68, 74; zu Quito I. 360.
Erdbeben-Ableiter I. 54.
Erdbrände I. 84.
Erddämmerung, vom Monde aus geſehen II. 280.
Erde, Weſenheit derſ. III. 1, ein angebliches Muſterbild der Welt II. 541, Selbſterneuung derſ. III. 591, als Planet I. 37, 218, vom Monde aus geſehen II. 275, von andern Weltkörpern aus geſehen II. 516, wechſelnder Abſtand derſ. von der Sonne

ein Pulſationsphänomen ll. 114, Axendrehung derſelben l. 285, Axendrehungsgröße derſ. l. 238, 239, fortſchreitende Bewegung derſ. l. 283, Neigung ihrer Bahn l. 298, Inhalt und Umfang l. 218, Waſſer und Land ihrer Oberfläche l. 218, Höhlungen und Hohlſein derſ. l. 41. Innenbeſchaffenheit derſelben nach Späth l. 263; ein Elektromagnet l. 299, Strömungen, galvaniſche, in ihrem Innern l. 466. Phosphorescenz derſ. l. 401; ſie kann innen nicht kalt ſeyn l. 299, Innenwärme derſ. lll. 271.

Erde, Sagen über deren Zuſammentreffen mit Kometen, Planetentrümmern u. ſ. w., und daraus entſprungene Rückdrehung (Umkanterung) l. 403 — 410.

Erdfall l. 47.

Erdfinſterniß ll. 284.

Erdgürtel, hiſtoriſcher l. 206.

Erdhälfte, nördliche, warum ſie wärmer als die ſüdliche lll. 254, 270.

Erdkern, wechſelnde Zuſammenziehung und Dehnung deſſelben l. 47, 108, 137, 194.

Erdkometen ll. 603 lll. 529.

Erdkugeln, künſtliche l. 366.

Erdlicht l. 486.

Erdmagnetismus l. 228; deſſen Intenſitäts-Vertheilung lll. 228, deſſ. Periodicität lll. 213.

Erdoberfläche, Geſtalt der jetzigen l. 194.

Erdpech l. 119.

Erdrinde, Beſtand derſ. l. 299; Cohärenz derſ. l. 250.

Erdring l. 271, ll. 279, 448.

Erdſchatten; Dehnung deſſelben l. 471.

Erdſchimmer lll. 445.

Erdſtöße l. 66, 68, 466, lll. 304.

Erdwärme, innere l. 145; ſog. Strömung derſ. l. 300; ihre Periodicität l. 308; Erklärung derſ. nach Mayer l. 313; neuere Erweiſe derſ. lll. 271, ſ. auch Wärme.

Erhebungen, vulkaniſche l. 137, 183, 194.

Erhebung, ein Photometeor lll. 476, 481.

Erregungen, kosmiſche ll. 5.

Erythrogen lll. 539; als Azotometer lll. 77.

Etesiae lll. 366.

Eudiometrie ſ. Oxymetrie.

Exploſionen der Landſeen l. 466.

F.

Facies Coeli ſ. Himmelsſchau.

Fallgeſchwindigkeit auf der Erde u. d. Planeten ll. 370 (ſ. auch Schwere) für denſelben Ort veränderlich ll. 124; der Weltkörper und Sonnenſyſteme l. 242.

Farbenbild, dunkele Streifen in demſ. ll. 100 (ſ. auch Licht.)

Farben, prismatiſche ſind ſphäroidiſche Wellen lll. 373.

Farbwolken lll. 448.

Felsblöcke, zerſtreute l. 119, 395.

Fenſter, Beſchlagen derſ. lll. 185; Gefrieren derſ. lll. 579.

Fernröhre l. 29.

Feſtland, bildet zwei Rieſenkryſtalle l. 49; periodiſches Sinken u. Steigern deſſ. l. 47, 308.

Feuchtmeſſer ſ. Hygrometer.

Feuer, als Ausdünſtung l. 245.

Feuergruppen (der canar. Inſ.) l. 79.

Feuerkugeln ll. 603, lll. 304, 525, 531; Urſprung derſ. lll. 515, vulkaniſche l. 58, ll. 43.

Feuerregen lll. 503.

Feuerſäule, ſog. lll. 465, vulkaniſche l. 58.

Feuerſteinknollen, deren Vorkommen l. 90.

Fieber, Zeitverhältniſſe derſ. II. 89.
Finſterniß bei der Kreuzigung Chriſti I. 481.
Fiſche, als vulkaniſche Auswürflinge I. 395.
Fiſche, Verhältniß der Artenzahl zu den Höhen der Gewäſſer I. 394.
Fixſterne, Bedeckungen derſ. I. 479, 481; Berechn. ihrer Helligkeit II. 166; Beſtimmung ihrer Parallaxe II. 54; Lichtglanz derſ. ebendaſ.; veränderliche II. 617 ſ. noch Doppelſterne.
Fixſternkometen II. 550.
Fixſtern, nächſter II. 54.
Fleiſchregen III. 547.
Fliehkraft I. 228, 250, III. 6, 61.
Flimmerlicht III. 482.
Flüſſe, Minderungen ihrer Fließungsgeſchwindigkeiten I. 383; unterirdiſcher Lauf derſ. I. 77.
Flüſſigkeiten, Ausdehnung derſ. durch Wärme III. 20.
Flußgebiet I. 566.
Flußnebel III. 210, 219. ſ. auch Nebel.
Fluth nach Steinfall I. 467; nach Stürmen III 413.
Fontainen, ſog., im Genferſee I. 466.
Fruchtbarkeit des Bodens, abhängig von der Luftfeuchte III. 239.
Fruchtregen III. 548.
Fußmaaße in Millimetern III. 19.

G.

Gaſe, Adhäſion derſ. III. 196; verhältnißmäßige Verſchluckbarkeit derſ. durch Waſſer ꝛc I. 430, Dehnung derſelben durch Wärme III. 16.
Gasmeſſung III. 74.
Galvanometer III. 554.
Gebirge I. 50, vulkaniſche I. 77, 89; Zerſtörung derſ I. 115.
Gebirgsarten, relatives Alter derſelben I. 192.
Gebirgskämme I. 115.
Gebirgsſtämme I. 368—372.
Gebirgszüge I. 105, 365, 368; vulkaniſche I. 274.
Gegendämmerung III. 447.
Gegenfüßler I. 291.
Gegenſchein des Mondes I. 474 ſ. auch Oppoſition.
Gegenwirkung der Weltkörper, meteorologiſche I. 259.
Gegenwohner I. 291.
Geyſer, auf Island I. 80.
Gelon I. 429.
Geographie, phyſ. I. 365. III. 391.
Geruchsorgan, Empfindlichkeitserhöhung deſſelben III. 198.
Geſchwindigkeit einer Kanonenkugel: für die Abſtände verſchiedener Weltkörper II. 406.
Geſchlechtsgegenſatz u. deſſen Aufhebung II. 155.
Geſetz, Mariotte'ſches III. 40.
Geſetze, Kepler'ſche I. 240.
Geſtirne, Kreislauf derſ. II. 116.
Gewicht, abſolutes, auf verſchiedenen Weltkörpern I. 244.
Gewitter-Entſtehung derſ. I. 217, III. 182, 382, nach Dove: 380; Bemerk. darüber 383; nach Komatz: 384 (Bildung derſ. in Steyermark ꝛc.; ebendaſ.) Bemerk. darüber 386; vergl. mit 485, 500; örtliche Widerkehr derſ, erklärt nach Volta III. 237; mit Rückſicht auf de Luc, Komatz ꝛc. 387, Bemerk. darüber, ebendaſ.; Bildung derſ. 384, in Norwegen zur Winterszeit I. 364 u. a. a. O.; in der heißen Zone I. 272, an den Cordilleren (ohne Donner und Regen:) I. 361; Theilung derſ. III. 391. Rückſchlag bei denſ. 390. Eintheilung derſ. III 502. Wann die erſten in der Luft möglich wurden I. 204 — Geruch bei denſ. III. 485; ſtille III. 380, 501,

502; geradlinig ziehende III. 393; unregelmäßig ziehende III. 389, 391; Centralpunkt derſ. III. 390.
Gewitterfurcht III. 167.
Gewitterheerde III. 501.
Gewitter-Meteorolithen III. 532; ſ. auch Meteorolithen.
Gewitterregen, leuchtender III. 211, 332.
Gewitterſtürme III. 390, 449; ſ. auch Orkane, Wirbelwinde.
Gewitterwolken III. 235, 236, 494, 554.
Gewitterzone III. 510, 514.
Glas, Ausdehnung deſſ. durch Wärme III. 21.
Glätſcher I. 204, 213; Elektricität ihrer Lufthülle III. 308.
Goldauflöſung als Azotometer III. 77.
Goldmünzen, in Stein eingeſchloſſene I. 90.
Gott, deſſen Verhältniß zu Natur und Geiſt II. 26, 35.
Golphſtrom; Hitze deſſ. I. 87.
Granitfelſen, tönende III. 331.
Gravitation d. Weltkörper I. 229, ſ. auch Schwere.
Grunddienung I. 457.
Grundeis I. 396, 397.
Grundſtoffe, geſchichtliche Beziehungen derſ. II. 330; wie ſie im Sonnenſyſtem vertheilt ſeyn dürften II. 458, 474; Bildung derſ. II. 11; Natur derſ. II. 9.
Grundwaſſer I. 384.

H.

Haarrauch ſ. Hehrrauch.
Haarſterne ſ. Kometen.
Haftziehung III. 139.
Hagel, deſſen Entſtehung III. 571, 574, 576, 577; Vorboten III. 182, 211, 212; Meſſung III. 331; Abwehr III. 579.
Hagelableiter III. 489, 501.
Hagel, künſtlicher III. 498, nächtlicher 578, rother 540.
Hagelgewitter, Meſſung ihrer Entfernung III. 578.
Hagelgewitterſturm, heftiger III. 578.
Hagelſchauer III. 382.
Hagelwolken III. 493, 498.
Halonen ſ. Höfe.
Harmattan III 368, 379, 412.
Harmonia mundi, Kepler's II. 102, 116.
Haufenwolke III. 238, geſchichtete 382, ſ. Cumulus, Cumuloſtratus und Wolken.
Heer, wildes I. 466.
Heerrauch ſ. Hehrrauch.
Hehrrauch I 484, III. 208, 474, 545, 548, 549 Anm., 562, 564, als Kälteverkünder III. 343.
Heiligenſcheine III. 473.
St. Helena III. 507, ſ. Caſtor, Pollux und St. Elmsfeuer.
Herbſtnebel III. 208, ſ. Nebel.
Herſchel; aus deſſ. Leben II. 490.
Hesperus und Phaeton, angebl. ehemalige Planeten; deren Zertrümmerung I. 403—409.
Heteroscii I. 297 ſ. Einſchattige.
Hexenringe III. 473, 495.
Himmel, wodurch er entſteht I. 303, Farbe deſſelben bei heißen Stürmen III. 369, ſcheinbare Drehung deſſ. I. 284, trüber, verhütet das Zufrieren d. Seen III. 289, ſ. auch Thau.
Himmelsbläue III. 447.
Himmelsluft I. 1, ſ. Aether.
Himmelskugel, gerade, ſchiefe u. parallele I. 284.
Himmelsſchau III. 148, 149, 184, 240, 409.
Hitze, große zu Cuddapah III. 584.
Höfe um Sonne, Mond u. einige Sterne: Entſtehung derſ. III. 456, 464, 469; Geſetzliches derſ. 459, künſtliche 458.
Höhenmeſſung, barometriſche III. 42, 55, 60, 329, thermometriſche III. 98.

Höhenrauch ſ. Hehrrauch.
Honigſtein I. 119.
Honigthau III. 207, 560.
Hullen (hohle Meerbrandungswellen) I. 446, 447, 461).
Hungerquellen I. 390.
Hurricanos III. 379.
Hydrometeore I. 34, III. 353, 551 beweiſen das Geſetz der Winddrehung III. 404.
Hygrometer III. 63, 136, 142, 144, 158, Babinet's (Haarhyg. mit Mikrometer) III. 158, Barboſa's (Geranien=H.) 161, Bierkander's (Kelchſchuppen=H.) 162, Chiminello's (von Voigt verbeſſertes Federkiel=H.) 160, galvaniſches (nach Kaſtner) 145, de la Guerrande's (Meergras=H.) 163, Hochheimer's (Glastafeln=H.) 163, Huth's (Froſchhaut=H.) 160, T. Lowitz (Thonſchiefer=H.), ebendaſ., de Luc's (Elfenbein u. Fiſchbein=H.) 159 und 160, St. Martino's (Goldſchlägerhäutchen=H.), Pilgram's (Grasgrannen=H.) ebendaſ., Prinſep's (Doppelhaar=H.) 159, Sauſſure's (Einfach=Haar=H.) 157, Schön's (verbeſſertes Barboſaſches H.) 161, Wilſon's (Rattenblaſen=H.) 161.
Hygrometer, ſchwediſches (Darmſaiten und Tannenbrettchen=Hyg.) 159.
Hygrometergrade, Sauſſure'ſche, tabellariſch verglichen mit denen ihnen entſprechenden Spannungswerthen des atmoſphäriſchen Waſſergaſes III. 193.
Hygroſkop, ſ. Hygrometer.

J.

Jäger, wilde III. 372.
Jahreszeiten, Bedingendes derſ. I. 285.
Jahr, platoniſches III. 7, 64, ſideriſches I 286, tropiſches 287.
Imponderabilien I. 23, unbekannte II. 39, der fremden Weltkörper 18, merkwürdige Aenderungen derſ. durch wägbare Materien III. 373.
Incruſtationen I. 91.
Inſekten, Zahl der Arten I. 352.
Inſeln, neu entſtandene I. 122.
Inſtrumente, meteorologiſche I. 35.
Interferenz des Lichtes III. 377, ſ. auch Licht.
Johanneswürmchen, Leuchten derſ. ahmt Irrlichter nach III. 543.
Irrlichter III. 542, wahre, keine Johanniswürmchen, ebendaſ.; elektriſcher Geruch derſ. III. 544.
Irrwiſche I. 416 III. 542, 582.
Iſogeothermen III. 285, 287.
Iſohimenen I. 392.
Iſotheren I. 392.
Iſothermen I. 353.
Italien, Himmelsbläue deſſ. III. 152.
Juno II. 420 — 427.
Jupiter u. ſ. Trabanten II. 436 — 462; deſſen Trabanten längſt bekannt in Indien 440, Veränderlichkeit ſ. Geſtalt 455, Wolkenzüge deſſ. 446, Höfe um den Jupiter ſ. Höfe.

K.

Kälte, größte des Jahres I. 330, tödtliche, in Afrika (durch Wärmeentſtralen) III. 256, künſtliche 118, 139, Stralung derſ. 354., der kalten Zonen I. 298, größere der Süderdhälfte I. 308, 359.
Kälte vor Sonnenaufgang, theils Erzeugniß des Maximums der nächtlichen Wärmeminderung, theils der Wirkung des Lichtes auf

auf die Wärme I. 331, 334, 402, III. 222, 372.
Kalender-Meridian III. 587.
Kalender, als Wetterverkünder III. 213.
Kapnometeore III. 546.
Kette der Weſen, warum ſie auf der Erde unterbrochen und wo ſie vollſtändig II. 31.
Kies, Entſteh. deſſ. I. 123.
Kieſel ſ. Hagel.
Klima, allmälige Aenderung deſſ. I. 337, periodiſche I. 329, Bedingungen deſſ. ebendaſ. und III. 248, ehemaliges, Folge größeren Luftdrucks I. 193, Verhältniß deſſ. zu den Winden 272.
Klapſee (Wellenkreuzung) I. 415.
Klima, geographiſches I. 285, phyſiſches I. 309, 329, 362.
Klimate der Erde I. 30, 289, der nördl. Erdhälfte I. 363.
Klimatologie III. 352.
Knoten der Mondbahn I. 474, 478.
Kochſalz, Wirk. auf d. Thierorganismus I. 425.
Kocytus I. 393.
Kohlenſäcke, ſog. I. 29, II. 157.
Kohlenſäure, atmosphäriſche I. 224, Minderung derſ. nach Broigniart III. 13, Verhältniß nach d. Jahreszeiten 65, Wärmung derſ. 35; ſ. auch Anthrakometrie und Luft.
Komet, Enke'ſcher (Pons'ſcher) II. 169, Halley'ſcher (von 1682) 562, Pons'ſcher (Enke'ſcher (Enke'ſcher) 583.
Komet vom Jahr 1680, II. 558; v. J. 1811, II. 169, 338.
Kometen, Entſtehung derſ. II. 100, 305, 312, 542, 547, 611, 615. Beſonderheiten und Eigenthümlichkeiten derſ. 530 ff. Arten derſ. 539, Bewegungen derſ. 102, Beugungsphänomen derſ. zwiſchen Schweif und Hüllenrand 584, 598, Bild derſ. I. 279, Dunſtſchichten in denſ. 569. Furcht vor ihnen 573, mögliche Berührung zwiſchen ihnen und der Erdatmosphäre (nach Olbers) 579, Licht derſ. I. 257, Umlaufszeit derſ. 172, Verhältniß derſ. zu den Imponderabilien 579.
Kometen, dunſtige II. 594, kernige 552, planetare 582, 586.
Kometenſchweif I. 29, II. 43, 45, 46, 50, 114, 173, 638, Elektricität deſſ., vermuthete I. 257.
Korbſpähne, verſteinerte I. 89.
Krankheiten, ſporadiſche II. 82, ſ. auch Epidemien.
Kreuz, geſehen von Conſtantin d. Gr. III. 484.
Kreuzlicht I. 216, III. 441, 462, 463 Anm., 483, 484.
Kruſte, ſchwarze, auf dem Marmor d. heißen Quellen zu Baden bei Raſtadt I. 461; an d. Felſen Amerika's I. 460.
Kryſtalliſation, Natur derſ. II. 50.
Küſtennähe, Wärmung derſelben III. 283.

L.

Laachen I. 389, 390.
Lava I. 57, 59.
Ladung, galvaniſche, andauernder ausgehobener Dräthe III. 441 Anm.
Lage, klimatiſche, Beſtimmung derſ. III. 349.
Land ſ. Feſtland.
Landzuwachs I. 125.
Landregen III. 388, 389, 392.
Landſeen, Arten derſ. I. 390—392, rauhe und platte Stellen derſ. I. 463.
Landtromben III. 379, 380, 499, 504.

Landwind III. 209, 365.
Leben I. 228, nothwendig überall, wo Welten I. 312, Bedingungen deſſ. II. 131, Bedeutung deſſ. 27, 33, mythiſche Bezeichnung deſſ. 127, Erregung deſſ. durch Luftelektricität III. 546. Formen deſſ., Urſache derſ. II. 16, Unzerſtörbarkeit deſſ. 129, Zeitbeſtimmendes deſſ. 90.
Lebweſen (Organismen), Entſtehungsgeſchichte und Beziehungen derſ. II. 120, 127.
Leidner Flaſche, als Luftelektricitätsſammler III. 234.
Leuchten, periodiſches II. 565, der von Stellen wo Quellen verſchwunden I. 344, des Meeres I. 414, 454.
Leuchtkugeln III. 39, 525, 530.
Leuchtthierchen, mikroskopiſche I. 414, III 543.
Leuchtthiere des Landes und des Meeres, anatomiſches u. phyſiologiſches Verhalten derſ. I. 414, 418.
Libration ſ. Schwankung.
Licht, Natur deſſ. I. 21, 298, II. 72, III. 373, 414, der Fixſterne I. 281, der Sonne I. 247, der Planeten II. 153, der Weltkörper im Allg. I. 486, Abweichungen, die es im Farbenbilde darbietet nach Maaßgabe ſeiner verſchiedenen Entſtammung, Fraunhofer's Verſuchen zufolge ebendaſ., ſo wie I. 21, II. 73, 74, 77, 78, 162, 394, Fragen nach dergleichen Abweichungen II. 78, Abänderungen deſſ. durch die Atmosphäre der Weltkörper 154, Aberration deſſ. 408, Geſchwindigkeit deſſ. 408, Zeiten, in denen es von der Sonne aus die verſchiedenen Planeten erreicht 409, Abänderung ſ. Geſchwindigkeit II. 125, Beugung deſſ. am Mondrande, Condenſation deſſ. I. 303—315, Einfluß deſſ. auf Weltkörperverſchiedenheit II. 80, auf Temperaturminderung I. 336, 470 (vergl. auch: Kälte vor Sonnenaufgang) auf krankhafte Organismen und deren Erzeugniſſe II 82.
Licht, Geſetze deſſelben III. 416 —444.
Licht, als Erreger des Magnetismus I. 471, gebundenes der Lebweſen, entbunden nach deren Tode, bei der Fäulniß I. 416.
Licht, aſchfarbenes des Mondes I. 227, der Erde I. 227, der Erde I. 228.
Lichtbogen III. 464 nordlichtartige III. 512, 518.
Lichtkronen III. 460 des Nordlichts 519.
Lichtpauſen II. 100.
Lichtſchlangen III. 518.
Lichtſäulen I. 216, III. 464, 465 Anm., 474, 475.
Lichtſchimmer I. 28, im Weltraum II. 631.
Lichtſtralen, Kreuzung derſ. zur Erzeugung des Urdunkel II. 164.
Lichtwolke des Sternhimmels II. 57.
Lindenſchmidt, Sage von demſ. I. 466, III. 372.
Linien, iſobarometriſche III. 241, 246, iſodynamiſche III. 288, iſothermiſche, ſ. Iſotherme, magnetiſche, ob ſie dem Salzgehalte des Meeres correspondiren I. 426,
Loch, Binger I. 467.
Luft, Beimeng. derſ. III. 12, Beſtandtheile, ebendaſ., Dehnung durch Elektricität 34, durch Wärme 16, Dünne in den Höhen I. 226 (ſ. auch Höhenmeſſung) Druck, ehemaliger großer I. 193, Durch-

ſichtigkeit, Meſſung derſ. III. 240; Elaſticität, Urſache derſ. I. 469, Gewicht derſ.; abſolutes I. 220, organiſirb. Beimeng. derſ. III. 539 Anm., Selbſtbehauptung derſ. III. 9, 340, 591, Pflanzenduft in derſ. 197, Wärmecapacität derſ. I. 225, Wirkungsweiſe ihrer Einzelgaſe III. 15.
Luftballons, elektriſche III. 235.
Luftelektricität III. 35, 36, Artung, Abhängigkeit und Beſtimmung derſ. III. 299, 301, Erkennbarkeit derſ. am Himmel III. 410, Geſetzliches derſ. nach Schübler 316, Periodicität derſ. 304, 337. Wechſel derſ. 576, Theorie derſ. III. 320, 321, ſ. auch Elektricität.
Luftfeuchte, mittlere, als Bedinger der Fruchtbarkeit III. 239.
Lufthöhe, Zuwachs derſ. unter dem Aequator III. 41.
Luftmenge
Luftmeteore I. 32, III. 1, ſichtbare III. 414, unſichtbare 353.
Luftoscillationen, Umkehrung derſ. an den Polen III. 264.
Luft
Luftreiſe, Gay=Luſſac's III. 97.
Luftſchichten, abwechſelnd trockene und feuchte III. 98.
Luftſpiegelung III. 476.
Lufttemperatur, tägliche Variationen derſ. III. 281.
Luftthermometrie III. 95, 116, 130, 133.
Luftwärme, als Meteor III. 353, 359.
Luftzittern III. 482.
Luftzug in der Wolkenregion III. 388, 391.
Luft, wie lange ſie noch zum Athmen ausreicht I. 222, 224.
Luna est mendax II. 277.

M.

Magnetismus, Natur deſſ. I. 261, 267 (als Geſtaltungsprincip 269) 482 als angebl. Grund d. Gravitation II. 96.
Magnetismus der Erde I. 228, Hypotheſen darüber von Kratzenſtein, Späth, Steinhäuſer u. A. I. 267. Abhängigkeit deſſ. von der Neigung der Erdaxe II. 513. Einfluß deſſ. auf Luft= u. Meer=Bewegung I. 470, Wirkung deſſ. auf das Licht II. 125, Erregung deſſ. durch Licht 62, Beziehungen deſſ. 48, vielleicht Urſache der Elektricität 44, Periodicität deſſ. nach Hanſteen I. 469. II. 91, Wechſelwirkung deſſ. u. des Magnetismus anderer Weltkörper, nach Hanſteen rc., ebendaſ. u. I. 259, 263, I. 65, II. 113. Einfluß dieſer Wechſelwirkung auf Lebweſen 88, Erforſchbarkeit derſelben durch die Perturbationen 419.
Magnetismus der Kryſtalle I. 268.
Magnetnadeln, Schwanken derſ. durch Blitze, Feuerkugeln, Kometen, Nordlicht rc. I. 469, III. 516, 520, 522, Oscillationen derſ. als Zeitmeſſer des Lebens II. 91.
Magnetochemismus I. 167, 262.
Mahlſtrom I. 467.
Malaria I. 393.
Mammut, Urſprung der Benennung I. 164.
Manſoon, Namen der Regenzeit III. 584.
Marburg, Beſtimmung ſ. mittl. Barometerſt. (und daraus berechnete Höhe über Meeresfläche) durch Gerling III. 51.
Marienfäden III. 175, ſ. auch Sommer, fliehender.
Mars, Beſondernheiten und Ei=

genheiten deſſ. II. 398, 415, Flecken auf denſ. 404, Rothlicht 399.
Mascaret I. 456.
Maſſe, ſchaumartige, meteoriſche III. 542, ſ. auch Schleimbälle.
Materie, Belebung derſ. II. 129.
Meer, deſſen Brandung I. 447, Ergründbarkeit u. Grundloſigkeit 395, gelbes 423, Gefrieren 411, 425, Farbe 417, kaspiſches 105, 123, Salzgehalt 419 — 427, Minderung deſſelb. 445, ob er urſprünglich 426, Schaum 447, ſüße Quellen 457, Temperatur, mittlere 410, 411, 426, todtes 423, Wärme, gebundene 410, 412, Wellen 445, Wirbel 453, Zurückweichen 107, 110, ſ. auch Ocean.
Meeresſtrömungen, kalte I. 454, nebeneinander 467, periodiſche, mit wechſelndem Winde 468, übereinander 467, unter dem Aequator 454, Urſache I. 452, 454.
Meeresſtrudel I. 467.
Meerwaſſer I. 83, allmälige Minderung deſſ. 378, Reinigung deſſ. 427, Trinkbarmachung, ebendaſ. und 445, ſchwarzes 460, Schwefelwaſſerſtoff deſſ. 423.
Mehlthau III. 206, 561.
Memnonsſäule III. 372.
Menſchenfüße, Abdrücke derſ. in Sandſtein I. 42.
Menſchengeſchlecht, Entſtehung, Zeit deſſ. I. 203.
Menſchenknochen, foſſile I. 153.
Menſchenſtamm, ſchwarzer, wann er entſtanden I. 410.
Meridian, erſter der Himmelskugel I. 289.
Meridiane, meteorologiſche I. 318.
Merkur, Beſondernheiten u. Eigenthümlichkeiten deſſ. II. 343 — 357, deſſen merkwürdiges Fernungsverhältniß II. 96, ſcheinbare Größe (= dem Mittel aus den Scheingrößen der Planeten) II. 528.
Merkurmetall, deſſen Ausdehnung durch d. Wärme III. 57, ſ. auch Queckſilber.
Meses III. 367.
Metalle, Alter, relatives derſ. I. 192, Ausdehnung durch d. Wärme III. 21, 57, Entſtehung II. 543 Anm. Erzeugung II. 21, Vertheilung, klimatiſche I. 353.
Metallthermometer III. 107.
Metallwaſſerſtoff der Luft III. 515.
Meteorcultus II. 147.
Meteore, Eintheilung derſ. I. 29, 32, leuchtende ſ. Photometeore, problematiſche III. 580.
Meteorognoſie I. 2.
Meteorolithen III. 533, 585, Abkunft derſ. II. 395, 414, Entſtehung I. 246, 395, 414 und Kometen II. 576.
Meteorologie, Ableitung des Wortes I. 2, Begriff derſ. 1 — 2, Geſchichte derſ. 7, Hülfswiſſenſch. derſ. 3, Literatur derſ. 3 — 6, und III. 585.
Meteoromantie I. 2.
Meteoroskop III. 337.
Meter, Fußmaaßtheile deſſ. III. 18.
Mikrocalorimeter ſ. Thermoskop.
Milchregen III. 548.
Milchſtraße II. 57, 64.
Mineralquellen I. 204, Eintheilung derſ. 384, Entſtehung derſ. 203, 388, 427, deren Salzmengen 388.
Miſchziehung III. 139.
Miſchungen, kaltmachende III. 139.
Miſtral III. 366.
Mittag, Eintritt deſſ. an den bekannteſten Orten I. 291.

Mittelmeer, Schwelle deſſ. I. 108.
Mofetten I. 59.
Mond, angeblicher der Venus
Mond, Beſondernheiten u. Eigenthümlichkeiten deſſ. II. 178—291, und Erde ein polariſches Maſſen-Ganze II. 272, iſt vielleicht das blaſige Bruchſtück eines zertrümmerten Planeten II. 271.
Mond, Aenderung ſeines ſcheinbaren Durchmeſſers I. 275, Anziehungen, ſpecifiſche deſſ. III. 278, Atmosphäre I. 301, 302, II. 281, Auflöſung, fortſchreitende deſſ. II. 290, Berge deſſ. I. 273, 276, Bewegungs- und Größen-Verhältniſſe deſſ. I. 273, Bewohner II. 229, Dämmerung auf demſ. II. 287, deſſen Einwirkung auf den Barometerſtand III. 275, auf Meteore III. 579, auf Witterung III. 3, 212, 213, 568, Entſtehung deſſ. II. 289, Luft deſſ. 261, Loch, angebl. durch denſ. 317, Regen, ob er auf demſ. möglich 262, Vulkane, angebl. deſſ. I. 55, II. 107, 201.
Mond-Lichtwechſel deſſ. ſ. Mondphaſen, Schwere deſſ. II. 261, Umlauf I. 476, II. 288.
Mondfinſterniß II. 29, 471, 475, Wirkung derſ. allg. I. 482, auf Kranke II. 122.
Mondflecken I. 274, II. 178.
Mondlicht, angebl. Kältung deſſ. III. 256.
Mondphaſen I. 472.
Monſoons III. 366.
Moore, Bildung derſ. I. 117.
Morrauch III. 549.
Mooſe, ſogen. I. 117.
Mooräſte I. 117.
Morgenröthe III. 447.
Moskeſtrom I. 467.
Mouſſons III. 366.
Mückenſchwärme in Sibirien III. 407.
Myſtiker; frühere, deren Naturanſicht I. 281.
Mythen (Sprache der Phantaſie), Geſchichtliches, Verſchiedenartung und Verſchiedendeutung derſ. I. 195, 208—210, II. 135, 148, 150, 151.

N.

Nachtgleichenpunkt I. 287.
Nachtgleichen, Vorrücken derſ. I. 288, III. 7.
Nakuh, Getöſe deſſ. III. 371.
Naßkältepunkt III. 80, 134, 135.
Natur, Weſenheit derſ. II. 60, deren Grundverhältniſſe, nach Kepler II. 103, 112, Dualismus ihrer Thätigkeit und Einung, Doppelung und Dreiung ihrer Erzeugniſſe II. 534.
Nebel III. 183, 551, Elektricität deſſ. III. 236, 239, 306, 309, Kälte ſeiner Innenſchichten 210, näſſender 208, 560, ſtinkender 548, trockner 208, 548, Wirkung deſſ. auf's Barometer 407.
Nebelbogen III. 552 Anm.
Nebelflecken II. 65, 158, 170, 533.
Nebellicht, wechſelndes im Weltraume I. 29, II. 632.
Nebelmeer III. 232.
Nebelſchleier ſ. Velum.
Nebelſterne II. 65, planetariſche I. 29.
Nebelregen III. 210.
Nebelthau III. 560.
Nebeltrübungen im Weltraum I. 29, II. 639.
Nebelwolken im Weltraume I. 29, II. 639.
Nebenerden für die Mondbewohner II. 283.

Nebenmonde III. 460, 464.
Nebelregenbogen III. 456, ſ. auch Regenbogen.
Nebenſonnen I. 216, III. 460, 464, 466, 467.
Niederſchläge, wäßrige, (d. Elektricität) III. 302, jährliche Menge derſ. III. 201, 202, Meſſung derſ. 240, Zeitverhältniſſe derſ. 201.
Nil, periodiſche Ueberſchwemmungen deſſ. I. 221.
Nimbus III. 558.
Nordlicht III. 510, 513, 582, ſ. auch Polarlicht; Entſtehung deſſ. 520, 523.
Nordlicht, deſſen Anzündung III. 521, Elektricität 312, Farben 518, Flammen 575, Gegenbogen 519; Geräuſch 523, Geruch; ebendaſ., nach Gewittern 524, deſſen angebl. Periodicität; ebendaſ., Querband.
Nordlicht, ſcheinbares III. 410, 412.
Nordſchimmer III. 508, 510.
Nordſchein III. 39, 508, 513.
Nordſee, niedriger als die Oſtſee I. 373.
Normalbarometer III. 116, 268.
Nullpunkt, abſoluter III. 118.

O.

Obſervatorien I. 29.
Ocean, Eintheil. deſſ. I. 373, atlantiſcher I. 458, urweltlicher I. 182.
Ochſenauge, ſog. des Tafelberges III. 380.
Ombrometer ſ. Regenmeſſer.
Oppoſition des Mondes I. 474.
Orakel zu Delphi, Gaſe daſelbſt I. 393.
Organiſationsproceß, Periodicität deſſelben I. 155, auf fremden Weltkörpern II. 269, 396.
Organismen, allgemein Charakteriſtiſches der irdiſchen II. 266, chemiſche Beziehungen derſ. II. 15, Individualiſirungen II. 119, ur- und vorweltliche, tabellariſche Ueberſichten derſ. I. 155, 168, 172, in der geſchichtlichen Zeit veränderte (mitweltliche) ebendaſ. und 177—181, 195, 198, 205 ff.
Orinoko, mächtige Strömung deſſ. I. 458, Aehnlichkeit deſſ. mit dem Nil I. 460.
Orkan, Abſtammung des Wortes III. 380.
Orkane III. 298, 379, ſ. auch Gewitterſturm.
Ornithiae III. 366.
Orte, iſobarometriſche III. 241,
Oſtſee, höher als die Nordſee I. 373.
Oſtwind der heißen Zone III. 364, ſchwacher vor Sonnenaufgang III. 372.
Oxymetrie III. 63, 68.

P.

Pallas, Beſondernheiten u. Eigenthümlichkeiten derſ. II. 431—436.
Paradies I. 206.
Paries III. 559.
Paſſatwinde III. 367.
Patriarchen, die Lebensjahre derſ. als Naturzahlen II. 114.
Peat I. 91, 179.
Pendelthermometer III. 110.
Pendeluhr, ohne Compenſation III. 111.
Periode, indiſche und altperſiſche I. 280, II. 92, galvaniſche I. 262, 265, 478, II. 94, magnetiſche I. 262, ſ. auch Epidemien.
Periscii ſ. Umſchattige.
Peſt, deren Wechſeldauern II. 83.
Pflanzen, deren Schlaf I. 485, deren Verbreitung u. Ver-

breitungsformen (Floren-Eigenthümlichkeiten) I. 434 ff.
Pflanzenleben, keimendes, als geognoſtiſches Phänomen; Einwurf dagegen I. 148.
Phaſen ſ. Mondphaſen.
Phlogiſton I. 20, II. 12.
Phosphorescenz, Periodicität derſ. II. 79, des Mondes I. 277, anderer Weltkörper I. 254, ſ. auch Leuchten, periodiſches.
Photometeore III. 38, 414, 445, am Monde II. 200, 317, am Jupiter 447, an der Venus 338, bei Erdbeben I. 64.
Photometrie I. 270, 303, mittelſt Beſtimmung der Lichtdämpfung III. 94, 144—145, 221, 429, vorzüglich III. 80, 150.
Photoſphären der Planeten, angebl. I. 305.
Phyſiognomik II. 270.
Pietra Mala I. 85.
Plagoskop III. 325.
Planeten, Bahnen-Lage derſ. II. 120, deren Bedeckungen I. 48, II. 405, Bewegungen II. 519, Bildung I. 279, II. 334, Dichten (Maſſen und Körpergrößen) II 527, vergl. mit jenen der Sonne, des Saturn und des Waſſers II. 364—368, Dichteabnahmen 527, Durchmeſſer, ſcheinbare, von der Sonne aus geſehen 339, 524, Entfernungen 518, Fallgeſchwindigkeiten gegen die Sonne 518, und ihrer Trabanten Geſammtmaſſe vergl. mit der Erde 527, Größen 429, 524, Rotations- und Umlaufs-Perioden 432—440, ſtöchiometriſche Reihe 453, Tonleiter-Vergleichung 106, Umlaufszeiten 519.
Planeten, jenſeits d. Uranus II. 410.
Planeten, mittlere II. 402, 415, deren Entdeck. 411, 423, obere 420, rechtläufige, rückläufige und ſtillſtehende I. 480, zertrümmerte II. 413, vergl. auch Hesperus.
Planetoiden (ſ. Aſteroiden) II. 402.
Planiglobien I. 367.
Planiſphären I. 367.
Platzregen III. 205, 322, 380, 502.
Platinſchwamm III. 33.
Polareis I. 204, 210, vom Monde aus geſehen II. 284.
Polarkreiſe I. 287.
Polarlicht I. 257, II. 79, 93, 572, III. 513, ſ. auch Nordlicht.
Polarnebel III. 208.
Polarſchein III. 514.
Polarſchimmer III. 413, 508, 613.
Pole größter Kälte I. 397.
Polhöhe, Beſtimmung derſ. I. 307.
Polypen, wie weit ſie nordwärts gehen I. 440.
Pontus Euxinus, Entſtehung deſſ. I. 105.
Portland-Raçe I. 467.
Prennadillas I. 395.
Prester III. 380.
Proroca I. 455.
Pſychrometer III. 78, 200.
Pſychrometrie III. 78, 134, 135, 143.
Pyrometeore III. 38, 525.
Pyroskop III. 329.
Pyrrhin III. 562.

Q.

Queckſilber, ſ. Merkurmetall.
Quellen, Beſtandtheile derſ. I. 384, Entſtehung derſ. 374, 379, 392, Erſcheinungen an ihnen 375—378, auffallende 387, mit unterirdiſchem Ablauf 389, in Glätſchern I. 214, ſüße im Meer I. 458. (vergl. auch Meer).
Quellen, brennende I. 85, 86, heiße 80 (ſ. auch Mineral-

quellen) heiße im Meer 411, ſ. auch Golfſtrom, Lachen erregende 429, perennirende 389.
Quellen, Temperatur derſ. I. 387, Zuſammenhang derſ. mit vulkaniſchen Heerden ebendaſ.
Quellwaſſer I. 372, 374, deſſen von ſelber erfolgende Reinigung 389.
Querband des Nordlichts III. 518, ſ. auch Nordlicht.
Quiriniöl I. 87.

R.

Rauch, als Luftwärmer III. 33, als Gasverdichter ebendaſ. ſ. Platinſchwamm, der Clausthaler Hütten, jährl. Menge deſſ. III. 342, 551.
Regen III. 561, Beimengungen und Beimiſchungen deſſ. 563 Anm., Elektricität deſſ. 322, Entſtehung deſſ. 565, in verſchiedenen Höhen geſammelter 566; ſ. auch Waſſerregen.
Regen, feuriger III. 503, glatteiſender 565, kalter 564, klebriger 545, Kobaltchlorid enthaltender 542, ſteinſtaubiger 546, warmer 564.
Regenbogen III. 451, 473 Anm., ſ. auch Nebenregenbogen.
Regenmengen, örtliche III. 331, Vertheilung derſ. nach den Jahreszeiten und Ländern, Kämtz's Vergleichungen gemäß 565.
Regenmeſſer III. 331, 566.
Regenſchauer III. 382.
Regenzeit der heißen Zone I 271, Meteore bei deren Beginnen III. 274.
Regenwolken III. 211.
Reibungswärme I. 298.
Reif III. 207, 579, Meſſung deſſ. 331, 334.
Reihe, magnet. nach Schweigger II. 93, zugleich Reihe der harmoniſchen Dreiklänge II. 107.
Reiſebarometer III. 133.
Reiſen in die Südpolargegenden I. 308.
Reiſethermometer III. 107, 130, ſ. auch Thermometer.
Retinaſphalt I. 118.
Rhodones III. 366.
Rieſen, als Luftſpiegelungsphänomene III. 479.
Ringe des Saturn und des Uranus I. 277.
Ripplings I. 461.
Rückſchlag des Blitzes III. 491,
Ruine Olank I. 387.
Ruine, ſchottiſche I. 90.
Ruß, in Kometenform II. 23.
Ruſt von Sumburgh (ein merkwürdiger Meeresſtrom) I. 456.

S.

Saamenregen III. 547.
Säugethiere, Zahl der Arten und Raçen derſ. I. 352, Neuhollands, Fremdartigkeit derſ. 437.
Säule, zamboniſche III. 310, 312, 337.
Sagen, altindiſche I. 280.
Sakontala, Hymnus an die Elemente II. 134.
Salz, Verſchwinden deſſ. in den Seethieren I. 416.
Salzquellen I. 393.
Samiel III. 368.
Samum III. 368.
Sandbänke, Kältung derſ. III. 274.
Sandregen III. 547.
Saturn, ſeine Ringe und ſeine 7 Trabanten; Beſonderheiten und Eigenthümlichkeiten deſſ. 462—503.
Sauerſtoff, Menge und Wiederersatz des atmoſphäriſchen I. 222, 227, 234.

Schall, Natur deſſ. III. 355, 376.
Schallverſtärkung bei Nacht, I. 469, 413.
Schatten I. 306, 486, Aenderung deſſ. während des Jahres 306, Folgerungen daraus für die ſcheinbare Sonnenbewegung 307.
Schatten, farbrandiger III. 483, farbiger 421.
Schattenſchimmer III. 473.
Schichtwolke, fedrige III. 238.
Schiffswerfte, verſteinerte I.
Schlag (des Blitzes), kalter III. 490, zündender 489, 499.
Schleierwolke III. 150, 208, 449, 558, ſ. auch Nebelſchleier.
Schleimbälle II. 603, III. 538.
Schloßen III. 571.
Schnee III. 211, 567, 569, gefärbter 570, leuchtender 569, rother 540.
Schnee, Lockerheit deſſ. III. 570.
Schneeblendung III. 570.
Schneedonner III. 569.
Schneeflocken III. 568.
Schneegeſtöber III. 569.
Schneegewitter III. 568.
Schneegrenze I. 324, 392, III. 228, 229 der höheren nördl. Breiten I. 317, in Norwegen 318, des Himalaya I. 392.
Schneelinien, ſ. Schneegrenze.
Schneemeſſung III. 331, 333.
Schwamm der ſüßen Waſſer I. 441.
Schwankung des Mondes I. 274.
Schweblicht III. 508, 515.
Schweden, fortſchreitende Erhebung deſſ. I. 109.
Schwefelkies in Braunkohlen I. 119.
Schwefelkohlenſtoff der Vulkane I. 76.
Schwefelregen III. 547.
Schwere I. 228, 229, 249, angeblich gleichwerthig mit Miſchungsziehung (chemiſche Anziehung) II. 96 (Kritik dieſer und ähnl. Anſichten 98).
Schwere, Berechnung ihrer Minderung III. 52 und ihrer Zunahme 59; wie ſie aus Maſſe und Durchmeſſer der Planeten gefunden werden kann II. 369, iſt in den Kometen die urſprüngliche, der Ausdehnſamkeit Grenzen ſetzende Kraft II. 611.
Schwüle bei Erdbeben I. 64, bei Gewittern III. 35, ſ. auch Gewitterſchwüle.
Schwungkraft I. 228, ſ. auch Fliehkraft.
Scylla und Charybdis I. 467.
Secularänderungen I. 235, 236.
See, Czirknitzer I. 377, 390.
Seebarometer III. 243.
Seegeſicht III. 478.
Seehäfen, älteſte I. 123.
Seewind I. 365, III. 209, 365.
Sehnungsbogen III. 446.
Seiches des Genfer-See I. 464,
Selbſtentzündung I. 85.
Seleniten ſ. Mondbewohner.
Senkung (ein Photometeor) III. 446, 481.
Siderismus I. 229, ſ. Elektromagnetismus.
Siderometer I. 384.
Siedepunkt III. 199, Correction deſſ. 125.
Silberregen III. 548.
Sirocco III. 368, 369, 379.
Skiron III. 366.
Solſtitien I. 288.
Sommer, fliehender III. 175.
Sonne I. 279, Beſondernheiten und Eigenthümlichkeiten derſ. 292—343 als Doppelſtern II. 10, Hoyer's Hypotheſe über ſie, nebſt Prüfung derſ. II 299, Abnahme ihrer Subſtanz, fragliche II. 330.
Sonne, Abweichungen derſ. fürs ganze Jahr I. 289.
Axendrehung I. 239, 282,
Atmoſphäre, dunkle II. 321, leuchtende (Photoſphäre) 301,

Bahn, ſcheinbare I. 270, wahre 239, Berge II. 329, Bewegung, fortſchreitende, Nothwendigkeit derſ. ebendaſ.; Durchmeſſer II. 368, ſcheinbare I. 283, Durchgänge I. 29, Leuchten, mit welchem Theile der Sonnenſcheibe es für die „Erde" erfolgt I. 303, Organismen, wahrſcheinlich höchſt individualiſirt II. 273, Scheingröße von den Planeten aus geſehen II. 524, Stoffe II. 298. Verweilen, längeres, auf der nördlichen Bahn I. 308 und daraus entſpringende Folgen für die Witterung 309, Verhältniß ihrer wahren Größe zu den Planetengrößen II. 527.
Sonnen-Fackeln I. 29, II. 305, 325, 329, 639.
Sonnenfinſterniß I. 29, 475, 476, 481, II. 283, 315, Wirkungen derſ. I. 481, 485.
Sonnen-Flecken I 29, 279, 282, 283, II 302, 318, 323, 640, Einfluß derſ. auf Dunkelung des Himmels, möglicher I. 303, auf Jahreswärme II. 153.
Sonnenjahr, Verbeſſer. deſſ. I 479.
Sonnen-Kometen II. 551.
Sonnen-Licht, Hauptquelle der Luftmeteore III. 5.
Sonnenrauch III. 548, ſ. auch Hehrrauch.
Sonnen-Regen III. 206.
Sonnendunkelung durch Rauch I. 484, III. 549.
Sonnen-Trabanten, fragliche II 333.
Sonnenſtaub III. 11, 546.
Sonnenſyſtem II. 53, 68, einſtige Entzündung deſſ. (eine Sage) I. 409.
Soolen I. 82, Wimpfner, Beſtandth. derſ. nach Kaſtner I. 83.
Spannung, ſ. Waſſerdämpfe, beim Sieden III. 198.
Spinnen, als Wetterpropheten III. 172, 176.
Stalactiten, eiſenfarbene I. 386, der Mineralquellen 388.
Staub, weißer, auf dem Meere I. 463, meteoriſcher rother III 540, 542.
Staubregen III. 206.
Staubniederſchläge I 204.
Steinkohlen, künſtliche I. 177, Entſtehung der natürlichen 177 — 179.
Steinerzeugung I. 466, II. 575, III. 304, ſ. auch Meteorolithenregen.
Steinſalz, als Hygrometer III. 163, als Bildner der Soolen I. 83.
Steinſtaubregen III. 546.
Steppen I. 126, 204.
Sterne, angebliche, endliche Menge derſ. II. 165, warum die unendliche Menge derſ. keine Tageshelle bewirkt II. 164.
Sterne, Beſtimmung ihres Abſtandes von der Sonne II. 57, ſcheinbare Größen derſ., ebendaſ.; verlöſchende II. 102.
Sterne, fallende, ſog. III. 525 ſ. Sternſchnuppen.
Stern, in der Nebelhülle eines Kometen II. 178.
Stern-Verzeichniſſe I. 288.
Sternwarten I. 29.
Sternſchnuppen II. 603, III. 39, 183, 304, 522, 525 u. Nordlicht III. 522.
Sternſchüſſe III. 525, ſ. Sternſchnuppen.
Stoffe, gewichtige, muthmaaßliche Umwandelung derſelben in Imponderabilien I 444, II. 4, 40.
Stralenkrümmung (ein Photometeor) III. 476.
Stralwärme, als Meteor III. 353, 359.

Strömungen der Luft III. 273, ſ. auch Wind, des Meeres I. 462, entgegengeſetzte deſſelben III. 290, des Ocean's 273, ſ. auch Meeresſtrömungen.
Strömungen, galvaniſche, als Stoff-verſetzendes, geognoſtiſches Phänomen I. 200.
Stromgebiet I. 366.
Südamerika, trocknes, weſtliches und feuchtes, öſtliches I. 361.
Südlicht III. 513.
Südſchein III. 508, 513.
Südſchimmer III. 508.
Südwinde, allgem. Temperaturerhöhen derſ. III. 254.
Sümpfe I. 389, 390, Bildung derſ. 117, fortbewegte 466, pontiniſche 77.
Sumpfgas I. 394.
Sumpfluft, entzündbare III. 543.
Sündfluth I. 139, 409, 412, angeblich Erzeugniß eines Kometen II. 558.
Süßwaſſerbildungen I. 111—114, I. 204.
Surfe I. 445.
Suturbrand auf Island I. 91, 176.

T.

Tag, jüngſter, aller Artenwerthe der jetzigen Erde II. 120, längſter I. 291.
Tagebögen I. 284.
Tagebuch, meteorologiſches III. 241.
Tageshelle III. 447 (ſ. auch Himmel); der Planeten II. 387.
Tageszeiten, Dauer derſ. I. 285.
Tartarus (Unterwelt) I. 45.
Temperatur, des alten und neuen Continents I. 357, 359, mittlere verſchiedener Orte und Gegenden 318, 319, 356, 361, 362, Berechnung derſ. 319, ſ. auch Iſothermen.
Temperatur, Differenz ihrer Extreme für Deutſchland I. 358.
Temperatur, Vertheilung derſ. auf der Erde I. 313.
Temperatur, Sinken derſ. nach Erdbeben I. 361.
Temperatur des Bodens I. 337, der Gruben- und Kellerluft I. 355, der Quellen I. 338, ſ. auch Wärme.
Temperaturwechſel, mittl. Gang deſſ. I. 320.
Tenſionen des Waſſergaſes, ſ. Hygrometergrade und Spannung.
Thäler I. 92.
Thal-Winde; kältende, wärmende III. 211.
Thau III. 238, 560, Entſtehung deſſ. nach Wells I. 398, III. 136, 140, 153, 209, Einwürfe dagegen von Muncke und Sertürner I. 398 und III. 220, Bemerkungen dagegen I. 399 und III. 222.
Thaumeſſung III. 331, 334.
Thaupunkt III. 78, 90.
Theorem, Melanderhielm's II. 286.
Thermohygrometer, Daniell's und Körner's III. 79, 85, 161, 187, 199, Regeln für deſſen Gebrauch 92, 94, ſ. auch Pſychrometer.
Thermometeore III. 353.
Thermometer, Fertigung III. 98, 100, 108, 119, 129, aus Merkurfäden 126, Scalen-Vergleichung 21, Verderbniß durchs Alter 109, 127, Vergleichbarkeit derſ. 129.
Thermometer, ſelbſtſchreibende ſ. Thermometrograph.
Thermometerſtand, Aenderungen deſſ. bei verſchied. Winden III. 402, täglicher Gang deſſ. nach Schouw III. 100.
Thermometrograph III. 105, 107.
Thermoſkop, Rumford'ſches

III. 127, ſ. auch Differential-thermometer.
Thiere, wandernde, was ſie muthmaaßlich beim Wandern leitet I. 352.
Thierkreis I. 285, 288.
Torf und Torfmoore I. 113.
Tornados III. 379.
Trabanten zweiter Ordnung II. 109, 112.
Trappgebirge I. 89.
Travados III. 379.
Treibeis I. 212, 395, 413,
Treibholz I. 180.
Triebſand I. 116.
Tromben, leuchtende III. 507, ſ. auch Waſſer- und Landtromben III. 504.
Trombenwolke III. 560.
Tropfen, Zähigkeit ihrer Oberflächen II. 547.
Tropfſteinbildungen I. 91.
Typhon (ein heftiger Meeresſturm) I. 467, III. 374.

U.

Ueberreſte früherer Schöpfung I. 48, 145, Ablagerungen derſ. I. 181, ſ. auch Organismen, ur- und vorweltliche.
Ueberſchwemmungen I. 106, 139, 409, ſ. auch Sündfluth; der Flüſſe 122, 125, ſ. auch Nil.
Umſchattige I. 291.
Unſchattige I. 297.
Univerſum; Weſenheit deſſelben II. 117.
Untergang der Sonne III. 447, 481.
Uranus, Entdeck. deſſ. II. 489.
Uranus und ſeine 6—8 Trabanten (und fragliche Ringe) Beſondernheiten und Eigenthümlichkeiten deſſ. II. 503 — 518, nach Laplace der letzte Planet unſeres Sonnenſyſt. II. 530 (vergl. damit II. 410).
Uranusſatelliten, wie ſie zu ſehen II. 506.
Urflüſſiges II. 5, ſ. auch Aether.
Urzeit, Organismen derſ. I. 155, Scheide derſ. 196.

V.

Velum III. 559.
Vegetation, klimatiſche Grenzen derſ. I. 339—352.
Vegetation, Zeitverbrauch derſ. in höheren Breiten III. 289.
Vegetationskraft, Zunahme derſ. bei Nacht I. 470.
Venus, Beſondernheiten u. Eigenthümlichkeiten derſ. II. 357 — 398, Eigenlicht derſ. 395, Flecken II. 368, 374, Mond, fraglicher II. 387, Veränd. angebl. durch einen Kometen II. 412.
Verdunſtung I. 380, Abhängigkeit derſ. von Beimiſchungen III. 195, von der Himmelstrübe; ſ. Thau, Wells'ſche Anſicht; Meſſung derſ. I. 382 III. 240, 334, ſ. auch Waſſerverdunſtungsmenge.
Verkohlung, mineraliſche; Bedingungen derſ. I. 177 ff., merkwürdige behauenen Holzes. 176.
Vermoderung I. 178.
Verſandungen I. 89, 204.
Verſinkungen I. 46.
Verſteinerungen ſ. Organismen der Urzeit; Steffens Anſichten I. 149, Bemerk. darüber; ebendaſ.
Veſta, Beſondernheiten u. Eigenthümlichkeiten derſ. II. 416 — 420.
Vollerde II. 286.
Vorwelt, Ueberreſte derſ. ſ. Organismen, vorweltliche.
Vulkane, Arten derſ. I. 51, Ausbrüche 57, Vorboten derſ. I. 60, 84, Auswürf-

linge 59, Eruptionen u. Kometen 55, Flammen 57, III. 545, Rauch I. 56, ſ. auch Hehrrauch; Wirkung allg. u. auf Meteore I. 182, III. 8.
Vulkane, Feuer derſ. u. verwandte Phänomene als Pyrometeore III. 545.
Vulkane, Form derſ. I. 55, Heerdverbindungen 52, Urſprung 68, 74, Vertheilung auf der Erde I. 83.

W.

Wachſen II. 35, Unterſchied zwiſchen W. u. Kryſtalliſation II. 10.
Waldrauch III. 552.
Wanderfiſche I. 441.
Wanderthiere des Waſſers I. 440.
Wanderwolke ſ. Paries.
Waſchgold I. 116.
Waſſer, größte Dichte deſſ. I. 425, Faulen deſſ. I. 419, Gasverſchluckungs-Vermögen 430, Luftgehalt 427, Menge des meteoriſchen und des Meer's 379, Minderung deſſ. allg. 381, Verdunſtung; Meſſung derſ. 240, tägliche I. 381, 382, Zuſammendrückbarkeit deſſ. 218.
Waſſeradern auf d. Meere I. 464.
Waſſerdämpfe, Spannung derſ. III. 17, 86, 89, 188, 189, 190 (Tabelle darüber) 193.
Waſſerfälle I. 383, III. 309 des Orinoko I. 469.
Waſſergas III. 353, Atmosphäre deſſ. 151, Menge, abſolute deſſ. in der Luft III. 148, 227.
Waſſerhoſen I. 467, III. 379, 380, 499, 504, 585, ſ. auch Tromben.
Waſſerregen III 561, ſ. auch Regen.
Waſſerthiere, Verbreitung derſ. I. 435.
Waſſerſcheiden III. 501.
Waſſertromben ſ. Waſſerhoſen.
Waſſerratte, ſog. I. 456.
Waſſerziehen der Sonne III. 475.
Wärme, Natur derſ. I. 298, nach Winterl, Berzelius, Muncke III. 217, kein Stoff 355, 373.
Wärme, Erzeugung derſ. durch Condenſation, eintretend bei Druck, Elektriſiren, Mengung, Miſchung, Reibung II. 44, III. 141; durch Lichtdämpfung III. 272, Organiſationsproceſſe II. 44 und durch Zuſtandswechſel in der Luft III. 32.
Wärme, deren Abnahme mit den Höhen der Luft I. 316, III. 40, Condenſation III. 141; Entbindung, fragliche, durch kosmiſchen Magnetismus II. 49, durch Aendern der Wärmecapacität ſ. Wärme durch Condenſation und Zuſtandswechſel; Entführung durch Licht I. 402, III. 220 (ſ. auch Kälte vor Sonnenaufgang); Kreislauf III. 31, Leitung I. 311, Mittheilungsbewegung in der Luft III. 29, ſ. auch Courant ascendant; Stralung I. 398, III. 30 (ſ. auch Thaubild. nach Wells) Entſtralung d. Erde I. 258; Innerasiens III. 273; der Spitzen I. 398; der Weltkörper I. 256, Strömung, galvaniſche in der Erde I. 300 (ſ. auch Erde).
Wärmecapacität der Luft, Aenderung derſ. mit den Höhen III. 33, durch Licht II. 81.
Wärmedehnung des Erdkerns I. 194, ſ. auch Erde.
Wärme, der Erde I. 145, 228, des Meeres, Miturſache der größeren Gleichförmigkeit in der Thierentwickelung I. 442, er

Zimmerluft III. 185 (ſ. auch Temperatur).
Wärme, jährliche Maxima u. Minima derſ. I. 330, mittlere einzelner Jahreszeiten I. 357, verſchiedener Orte III. 269, des Tages I. 321, der Urzeit III. 64.
Wärme, mittlere, Beſtimmung derſ. nach Hällſtröm III. 112, A. v. Humboldt 114, Kämtz 115, Poggendorf 113; Gang derſ. nach Chiminello III. 101.
Wärme, ſteigt an ſich nicht auf I. 399.
Wärme, tägliche wahre I. 320, III. 95.
Wendekreiſe I. 287.
Wellen, Entſtehung derſ. I. 445, Kreuzung ſ. Klappſee.
Weltkörper, deren Entſtehen u. Vergehen I. 301, II. 37, 59, 629, Entwickelungsſtufen: nach Herſchel II. 156, nach Kaſtner II. 68, 155, Elektriſirung, wechſelſeitige, fraglich III. 28, Gravitation und neben derſelben entwickelte eigenthümliche Anziehung II. 335, Größenunterſchiede I. 241, Kryſtalliſationsproceß II. 25, Lichtverhältniß II. 70, Stoffverkehr II. 68, Wärme- und Feuer-Bindung I. 311, 312, Temperatur I. 311, Vulkanismus II. 23.
Weltkörper unſeres Sonnenſyſtems, in ihren Uebergängen und Gegenſätzen III. 539.
Weltſeele, organiſche Einheit des Univerſums II. 117, deren Thätigkeit III. 591—592.
Welttheile, deren Verbindung I. 219.
Weſen, Entwickelungs- und Bildungs-Ableitungen; Regeln für dieſelben II. 36.
Wetter-Aenderung, Hypotheſen über dieſelbe III. 213, 586, ſ. auch Witterung.
Wetterglas III. 242.
Wetterharfe III. 325.
Wetterleuchten III. 181, 413, 491, 495, 502, 512, 573.
Wetterlicht III. 507.
Wetterpropheten III. 164, 168, 172.
Wetterſcheiden III. 378, 501, ſ. auch Waſſerſcheiden.
Wiesbaden, Quellen daſ. I. 430.
Widerſtand im Weltraume II. 43, 168.
Wind III. 361, Beobachtung deſſ. 393, deſſen Geſchwindigkeit 324, 325, auf den verſchiedenen Planeten II. 445, Meſſung III. 323, Stärke, Unterſchiede derſ. 325, Verhältniſſe zum Regen 204.
Wind, Einfluß deſſ. auf Elektricitäts-Erregung und Aenderung III. 110 ſiehe Barometer; auf Bildung wäßriger Niederſchläge 210, auf mittlere Wärme 253.
Wind, nach dem Gewitter III. 380, 392, vor dem Gewitter 379, 380.
Winde, Aenderungen derſ. am Haarhygrometer III. 252.
Wind des Tafelberges III. 379.
Wind, Drehung deſſ. III. 251, 369, Schouw's Einwürfe u. Dove's Erwiederung 397, 400, 404.
Windfahne III. 240, 324, 326.
Windharfe III. 325.
Windroſe III. 327.
Windſtille I. 272, durch Gegenwehen erzwungene 408, 409, vor Gewittern ſ. Gewitter.
Wind, Meſſer ſ. Geſchwindigkeit III. 240, ſ. Stärke 324.
Windrichtungen, mittlere III. 330

Windverhältniſſe Dänemarks, nach Schouw III. 393.
Winde, beſtändige I. 272, III. 325, 363, 364, heiße 368, jeweilige 363, 366, kalte der Höhlen 371 (ſ. auch Thalwinde), periodiſche (wechſeldauernde) 363, 366 (der Gruben 368), regelmäßige und unregelmäßige 363, 378, veränderliche 363, 369.
Winde der Jahreszeiten III. 366.
Winde übereinander in den Tropen, nebeneinander in höheren Breiten III. 401.
Winde, als Witterungs-Beſtimmer ſ. Witterungskunde, neueſte.
Wintergewitter III. 380.
Wirbel des Meeres I. 455, ſ. auch Meer.
Wirbelwinde I. 272, III. 378, bei Gewittern und Tromben ſ. Gewitter und Waſſerhoſen; zurückſpringende 380.
Witterung des Mars und der Erde, einander ähnelnd II. 411.
Witterungskunde, neueſte von J. Ph. Hellinger III. 586.
Witterungslehre I. 1—2.
Witterungs-Vorgefühle III. 165, Vorzeichen 178.
Woll-Regen III. 548.
Wolken III. 553, Abkühlung derſ. 205, Arten derſ. 553, deren Beſchauung von Oben hinab 232, Bewegung 234, Bildung 225, 228, Dichte 226, Elektricität 234, 309, Entſtehungs-Bedingungen 553, Entfernungen 230, Erzeugung aus Hehrrauch 564, aus Vulkanen I. 57, Familien derſ. 226, Geſtaltungstheile ſ. Dunſtbläschen; Beziehungen derſ. zu den organiſchen Grundgeſtaltungen II. 38, Höhen III. 228, 231, Spiegelung 482, Uebergang ihrer Formen 238, Verſchlucktwerden durch Vulkane III. 554.
Wolken, wenig elektriſche und ſtark elektriſche; Anſehen derſ. III. 236, farbige 183, 448, gereihete 388, krauſe beim Nordlicht 521, auf fremden Weltkörpern II. 38, Wolkenbruch III. 561.
Wolkengürtel der heißen Zone I. 271, ſ. auch Erdring.
Wolkennordlicht III. 508.
Wüſten I. 126, ſ. auch Steppen.

Z.

Zahl, goldene I. 478.
Zeit, deren Grundgeſetz II. 566, Verbrauch bei der Gravitation 123.
Ziehen; deſſen Prophezeihungen III. 185.
Zinkſilbernadel, vielleicht thermomagnetiſch I. 260.
Zodiakallicht I. 29, 257, II. 79, 165, 289, 311, 314, 632.
Zone, ſubtropiſche III. 248, ſ. auch Dattelzone.
Zonen I. 285, 297.
Zoroaſter; ſein Syſtem II. 149.
Zuſammenkunft des Mondes mit der Sonne I. 474.
Zuſammenſetzung, organiſche II. 12, Zweiſchattige I. 297.

Verbeſſerungen.

Band I. Seite 201 Zeile 17 v. o. ſtatt 165 lies 163
— II. 2. Abth. S. 16 Z. 6 v. o. ſt. 0,00,4875 l. 0,004675
— 27 Z. 10 v. o. nach ſofern ſetze ſie
— 27 Z. 18 v. o. ſt. 4″ l. 14″
— 80 Z. 22 v. u. ſt. Znſammenſtellung l. Zuſammenſtellung
— 91 Z. 19 v. u. ſt. Dampf-Waſſergas l. Dampf: Waſſergas
— 95 Z. 14 v. u. ſt. Thermometraphe l. Thermometrograph
— 116 Z. 5 v. o. ſt. und l. oder
— 126 Z. 6 v. o. ſt. daſi l. das
— 230 Z. 10 v. o. ſt. G. l. H.
— 254 Z. 5 v. o. ſt. der l. dem
— 254 Z. 6. v. o. ſt. mehr l. Mehr der
— 257 Z. 19 v. o. ſt. Beale l. Reale
— 322 Z. 17 v. u. ſt. Scheickel l. Schrickel
— 322 Z. 19 v. u. ſt. aufgehen l. aufgefangen
— 324 Z. 10 v. u. ſt. W's l. Woltmann's
— 345 Z. 18 v. u. ſt. geographiſche l. graphiſche
— 379 Z. 2 v. o. ſt. Landtrompen l. Landtromben
— 379 Z. 14 v. o. ſt. Landtrompen l. Landtromben
— 379 Z. 15 v. o. ſt. Trompe l. Trombe
— 418 Z. 19 v. o. ſt. Mitteln l. Mittel
— 419 Z. 13 v. o. ſt. Waſſergas l. Waſſerſtoffgas
— 423 Z. 1 v. o. ſt. blau l. Blau
— 482 Z. 15 v. o. ſt. 16) l. 17)
— 482 Z. 3 v. u. ſt. 17) l. 18)
— 483 Z. 10 v. o. ſt. 18) l. 19)
— 483 Z. 16 v. o. ſt. 19) l. 20)
— 483 Z. 6 v. u. ſt. 20) l. 21)
— 502 Z. 2 v. u. ſt. 33) l. 23)
— 503 Z. 15 v. u. ſt. 34) l. 24)
— 504 Z. 1 v. o. ſt. 35) l. 25) und 26)
— 504 Z. 10 v. u. ſt. 580 l. 380
— 504 Z. 12 v. u. nach Beluſtigungsverſuch ſetze; vergl. oben S. 322
— 507 Z. 3 v. o. ſt. 36) l. 27)
— 508 Z. 1 v. o. ſt. 37) l. 28) und 29)
— 510 Z. 9 v. o. ſt. Helfenrieder l. Helfenzrieder
— 513 Z. 3 v. o. ſt. 38) l. 30) und 31)
— 625 Z. 6. v. o. ſt. 38) l. 32), 33), 34) und 35)
— 528 Z. 1 v. u. ſt. geſehen l. geſehene
— 438 Z. 1 v. o. ſt. 38) l. 36) und 37)
— 542 Z. 3. v. u. ſt. 40) l. 38) und 39)
— 545 Z. 5 v. o. ſt. 41) l. 40) und 41)

Bei

Taf. I.

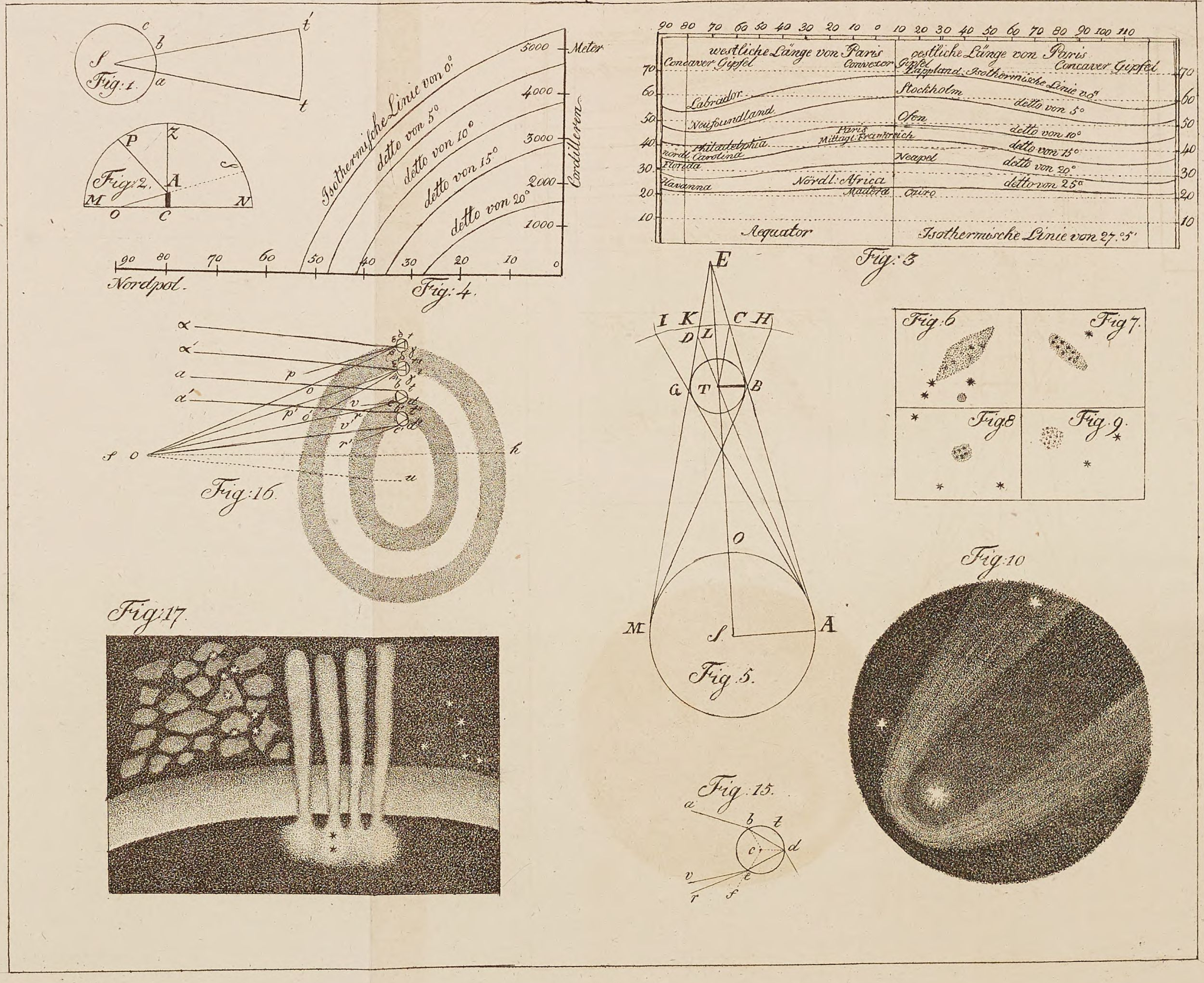


Fig: 1.
Fig: 2.
Isothermiſche Linie von 0°
detto von 5°
detto von 10°
detto von 15°
detto von 20°
Meter
Cordilleren
Nordpol.
Fig: 4.
westliche Länge von Paris
oestliche Länge von Paris
Concaver Gipfel
Convexer Gipfel
Concaver Gipfel
Lappland. Isothermische Linie v. 0°
Labrador.
Stockholm
detto von 5°
Neufoundland.
Ofen.
Paris
Mittägl. Frankreich
detto von 10°
Philadelphia.
nördl. Carolina
detto von 15°
Neapel
Florida
detto von 20°
Havanna
Nördl: Africa
Madera
Cairo
detto von 25°
Aequator
Isothermische Linie von 27.°5'
Fig: 3
Fig: 5.
Fig: 6
Fig: 7.
Fig: 8
Fig: 9.
Fig: 10
Fig: 15.
Fig: 16.
Fig: 17.

Taf: II.

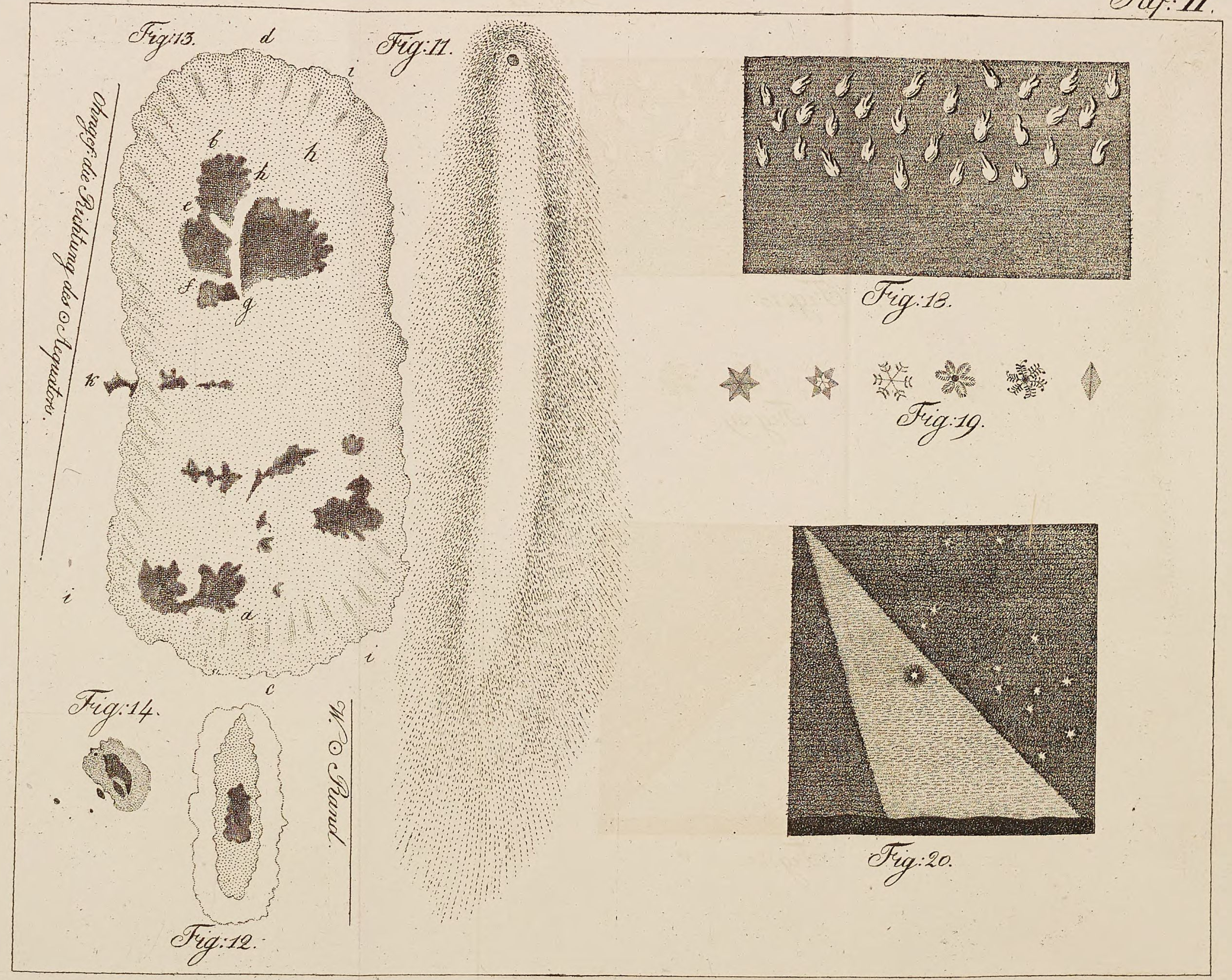
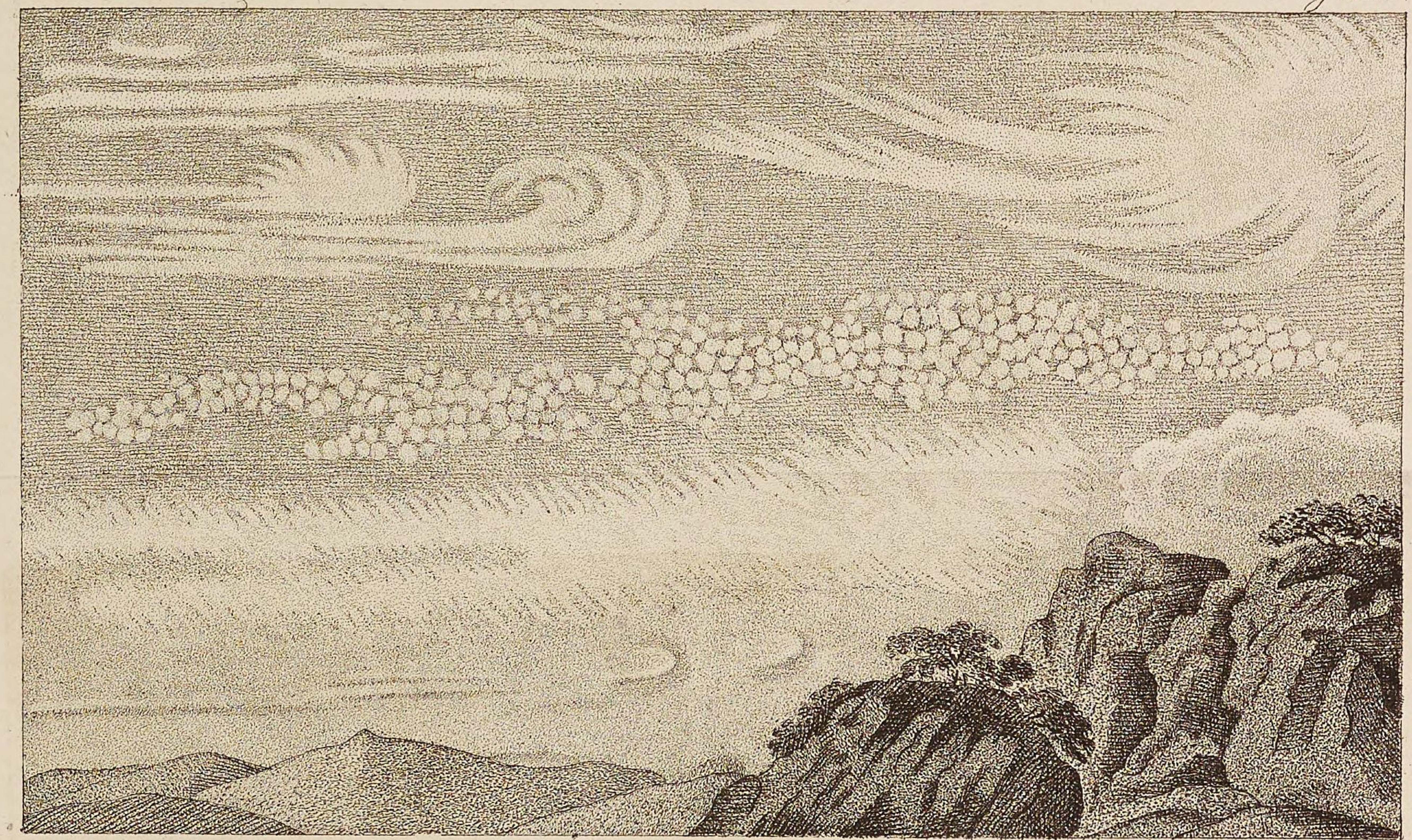


Fig:13.
Fig:11.
Ohngef: die Richtung des ☉ Aequators.
d
i
b
h
h
e
f
g
k
i
a
i
c
Fig:14.
W. ☉ Rand.
Fig:12.
Fig:18.
Fig:19.
Fig:20.

Taf. III.



Taf. IV.

Taf: V.

Fig: 21.

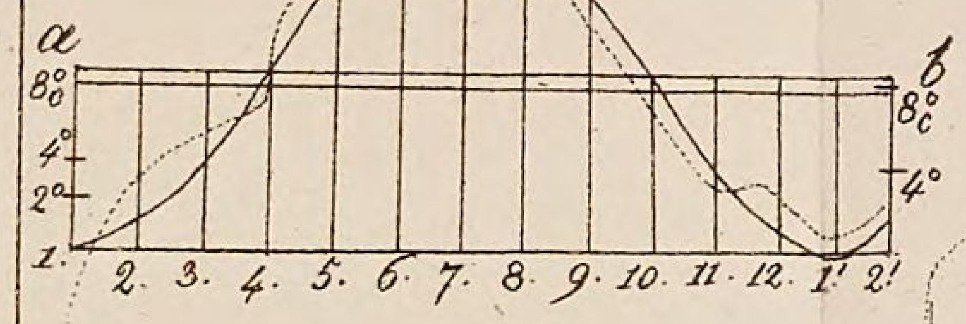


Fig: 22.

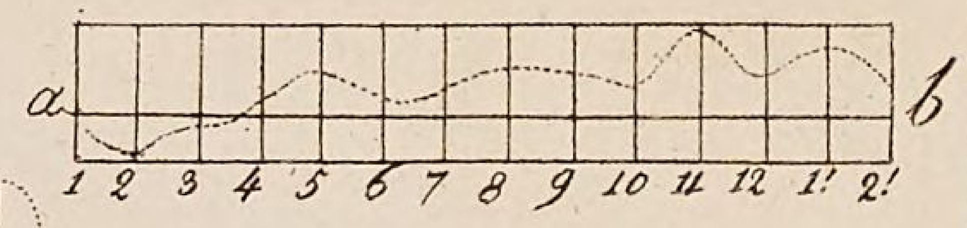


Fig: 23.

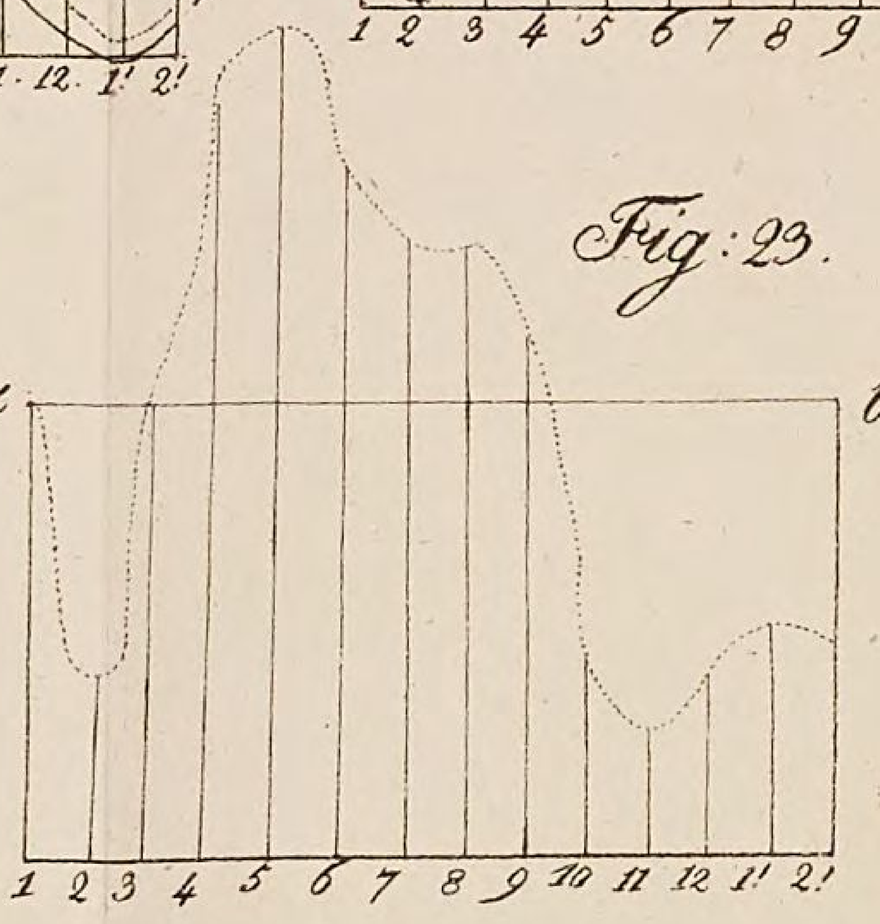


Fig: 24. Meteor: Beob: im J.

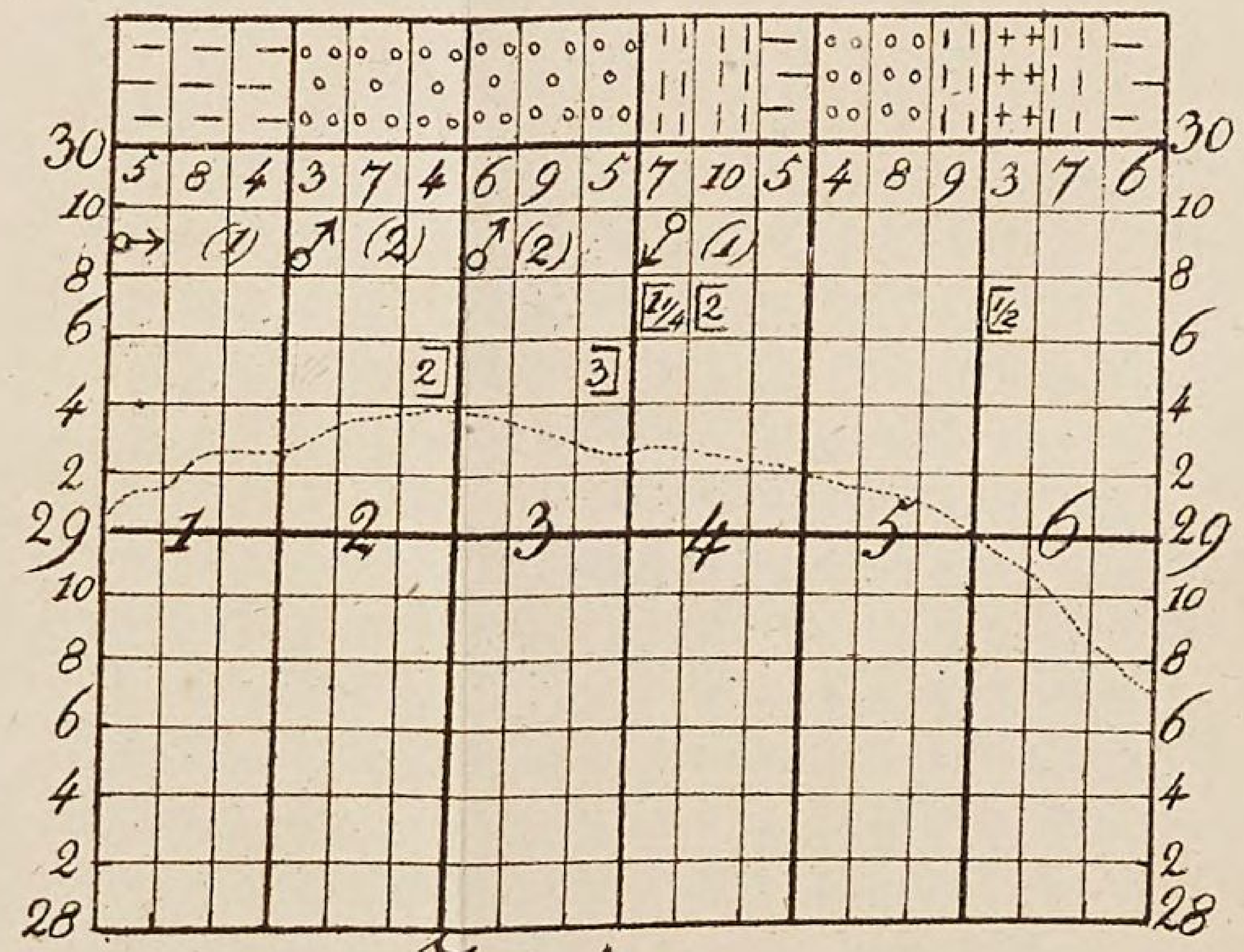
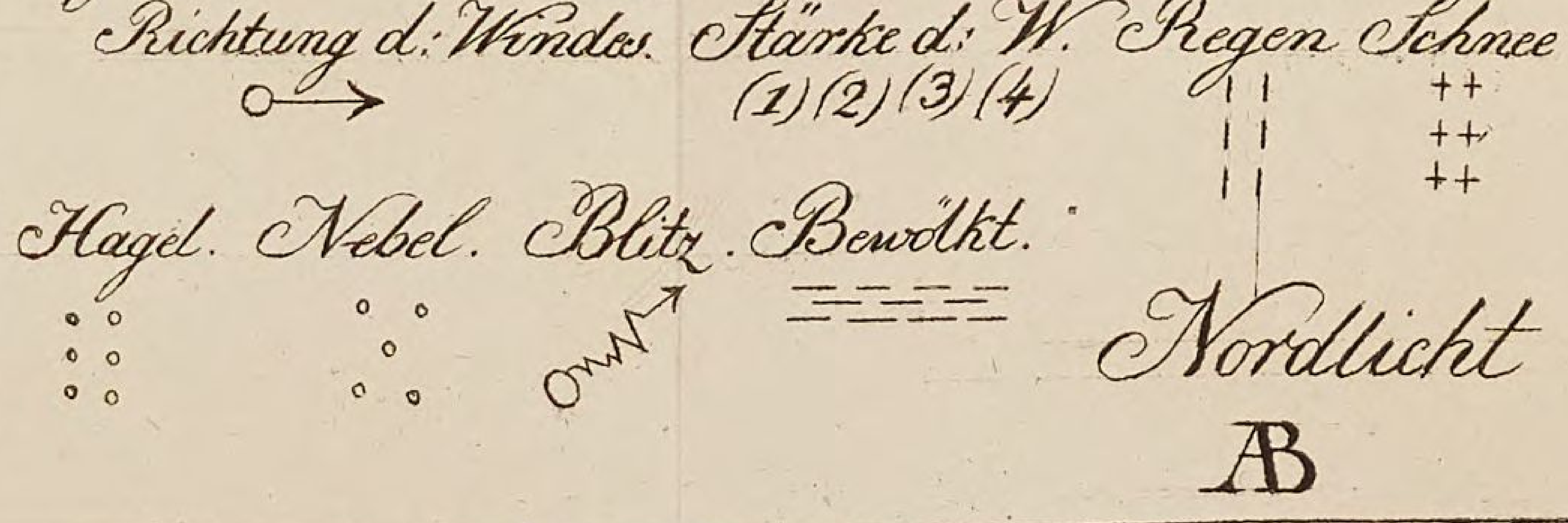


Fig: 25. Zeichen.



L. Schemer f.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Kastner, Karl Wilhelm Gottlob,

Handbuch der Meteorologie für Freunde der Naturwissenschaft entworfen

Bd.: 2,2

Erlangen (1830)

Bamberg, Staatsbibliothek -- Met.o.7-a(2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11740880-0